Archiv

für die

Naturkunde

Liv-, Ehst- und Kurlands.

Herausgegeben

von der

Dorpater Naturforscher-Gesellschaft,

als Filialverein

der livländischen gemeinnützigen und ökonomischen Societät.

Erste Serie.

Mineralogische Wissenschaften, nebst Chemie, Physik und Erdbeschreibung.

ERSTER BAND.

ERSTE LIEFERUNG.

DORPAT 1854.

Druck von Heinrich Laakmann.

Archiv

für die

Naturkunde

Liv-, Ehst- und Kurlands.

Herausgegeben
von der
Dorpater Naturforscher-Gesellschaft,
als Filialverein
der livländischen gemeinnützigen und ökonomischen Societät.

Erste Serie.

Mineralogische Wissenschaften, nebst Chemie, Physik und Erdbeschreibung.

ERSTER BAND.

(Mit einer Karte und drei Steindrucktafeln.)

DORPAT.
Druck von Heinrich Laakmann.
1854 — 1857.

Der Druck wird unter der Bedingung gestattet, dass nach Beendigung desselben der Abgetheilten Censur in Dorpat die vorschriftmässige Anzahl Exemplare zugestellt werde.

Dorpat, den 1. März 1857.

Nr. 17.) Abgetheilter Censor de la Croix.

-BC

Inhalt

des ersten Bandes.

Seite.

Einleitung.

Die Dorpater Naturforscher - Gesellschaft,

als Filialverein der livländischen gemeinnützigen und ökonomischen Societät.

In der Sitzung der livländischen gemeinnützigen und ökonomischen Societät am 5. und 6. Juni 1851, zu Weissenstein, unweit Wenden, wurde ein Papier folgenden Inhalts erbrochen:

An die livländische gemeinnützige und ökonomische Societät.

„Bekanntlich haben wir den bedeutenden Geldmitteln, welche die livländische gemeinnützige und ökonomische Societät auf eine topographische Aufnahme der Provinz Livland verwandte, eine schöne, detaillirte Karte dieser Provinz zu verdanken. Eine solche Karte musste unstreitig jedem andern Versuch zu einer genauern Darstellung des Bodens der Provinz, wenn er erfolgreich ausfallen sollte, vorangehen. Selbst die nächsten agronomischen Zwecke, etwa eine Entwässerung oder Bewässerung eines grössern Territoriums, u. dergl. m., mussten eine solche naturgetreue Projection

der Bodenoberfläche als erste Basis haben. Allein wie die ökonomische Societät in dieser Thatsache den Beweggrund fand, welcher sie zu den bedeutenden Opfern veranlasste, die mit einer topographischen Aufnahme der Provinz verbunden waren, so wies sie zugleich auch darauf hin, dass eine solche Aufnahme, so schön auch immer das Resultat derselben ausfiel, keinesweges noch als der letzte Endzweck zu betrachten sei, den sie dadurch zu erreichen beabsichtigte. Mit der Oberflächengestaltung des Landes hing zuvörderst, als untheilbares Ganze, das hypsometrische Relief desselben nothwendig zusammen, — und wir erhielten daher auch ein hypsometrisches Bild der Provinz, das gleichzeitig mit den Arbeiten der topographischen Projection entstand und für eine richtige Auffassung der Höhenverhältnisse des Landes vollkommen ausreicht, wenngleich die Zwecke des Landwirthen ein mehr detaillirtes Nivellement erfordern. Mit diesen Arbeiten war nun das äussere Oberflächenbild der Provinz vollendet."

„Allein ein höherer Endzweck hatte der Gesellschaft vorgeleuchtet, welcher damit noch nicht erreicht war, dem vielmehr diese Arbeiten nur als erste Basis zu dienen bestimmt waren. Dies war eine genaue physikalische Beschreibung der Provinz in allen ihren Theilen, nach den mannigfachen Beziehungen hin, in welchen die Naturkunde ihre Forschungen unternimmt, und mit den Ansprüchen, die der gegenwärtige Standpunkt der Naturwissenschaften an eine Darstellung der physikalischen Bodenverhältnisse eines Gebiets zu machen berechtigt ist. Nur eine solche wissenschaftlich begründete, detaillirte Kenntniss des Landes nach allen Beziehungen hin konnte dem gebildeten Landwirthen das Feld zu grössern Unternehmungen eröffnen und der

ökonomischen Societät, die ihm die Mittel dazu in die Hände gab, den vollen, unbeschränkten Dank einerndten, welcher gemeinnützigen Werken der Art zu Theil wird, und den bereits die grossen Opfer verdienten, welche sie schon zur Erreichung des ersten Theils ihrer Zwecke gebracht hatte."

„Da nun ein wissenschaftliches Werk, wie das vorhin bezeichnete, das Mitwirken vieler intellectueller Kräfte zu einem gemeinsamen Endzweck, nach einem gemeinsam berathenen Plane erfordert, so haben wir, nach einer vorläufigen Uebereinkunft, den Beschluss gefasst, der livländischen gemeinnützigen und ökonomischen Societät unser Mitwirken zu einer Erforschung und Darstellung der physikalischen Beschaffenheit der Provinz anzubieten. Wir wünschen zu diesem Zweck der ökonomischen Societät, etwa als ein naturhistorischer Filialverein derselben, uns anzuschliessen, dem die Aufgabe übertragen sei, das Werk einer physikalisch-naturhistorischen Erforschung und Beschreibung Livlands zu leiten und zu fördern. Da die pecuniären Mittel, die die ökonomische Societät einem solchen Unternehmen, unbeschadet den anderweitigen gemeinnützigen Zwecken, die sie zu unterstützen hat, wird bieten können, vielleicht noch nicht ausreichend sein möchten, um das Werk in seiner ganzen Ausdehnung durchführen zu können, so wird der beabsichtigte Verein seinerseits einen jährlichen Beitrag von seinen Theilnehmern zu diesem Zweck zu verwenden haben müssen. Wir wünschen, dass die ökonomische Societät ihrem zu dem bezeichneten Zwecke gebildeten Filialverein in seinen Beschlüssen und deren Ausführung volle und unbeschränkte Freiheit zugestehe, wogegen der Verein seinerseits über seine Wirksamkeit und die Verwendung der einkommenden Geldsummen der ökonomischen Societät alljährlich zu berich-

ten haben würde. Wir wünschen ferner das Einverständniss der ökonomischen Societät mit unserer Ansicht ausgesprochen, dass die bezweckte Erforschung und Beschreibung Livlands in einem ausgedehntern Sinne aufgefasst werden solle, indem jede physikalische Darstellung eines Gebiets sich innerhalb gewisser Naturgrenzen zu bewegen hat, in welcher Beziehung der Boden unserer Nachbargebiete an der Ostsee, Ehstlands und Kurlands, von einer physikalischen Beschreibung Livlands nicht wohl getrennt werden kann. Wir wünschen endlich, die ökonomische Societät möge uns in ihrem Lokal einen Raum anweisen, in welchem der Verein eine systematische Sammlung inländischer Naturprodukte, mit den zum vergleichenden Studium derselben nothwendigen Produkten des Auslandes, so wie eine Bibliothek die Kenntniss des Inlands in irgend einer Weise fördernder Werke aufzustellen beabsichtigt, Sammlungen, welche zunächst zur unbeschränkten Benutzung des Vereins stehen sollen, nach einer etwa erfolgenden Wiederauflösung desselben aber als ein unveräusserliches Eigenthum der ökonomischen Societät verbleiben."

„Wenn die livländische ökonomische Societät, unserem Anerbieten geneigt, diese unsere Wünsche zu berücksichtigen beschliesst, so beabsichtigen wir sofort an die wissenschaftliche Ausführung unseres Unternehmens zu schreiten, indem wir zuglich zur Aufgabe uns stellen, die Anzahl der Theilnehmer an dem gemeinsamen Bestreben, Theilnehmer sei es in welcher Weise immer, möglichst zu vervielfältigen; denn nur durch viele Kräfte, vereint nach einem Plane wirkend, wird das Umfassende geleistet. Diesen Plan aber sofort gemeinsam zu berathen, muss der Gegenstand unserer ersten Zusammenkunft sein."

Dieses Papier, vom 30. Mai d. J., aus Dorpat, datirt, trug folgende Unterschriften:

Alexander Gustav Schrenk, d. Z. Privatdocent der Mineralogie an der Dorpater Hochschule;

Carl Eduard v. Liphardt, Präsident der livländ. gemeinnützigen und ökonomischen Societät;

Alexander v. Bunge, Professor der Botanik,

Ludwig Friedrich Kämtz, Professor der Physik,

Hermann Asmuss, Privatdocent,

Carl Schmidt, Professor der Chemie,

Rudolph Buchheim, Professor der Pharmacognosie,

Alexander Petzholdt, Professor der Landwirthschaft,

Heinrich Mädler, Professor der Astronomie,

Carl Reichert, Professor der Anatomie,

Eduard Grube, Professor der Zoologie, zu Dorpat.

Das gemachte Anerbieten wurde von der ökonomischen Societät mit voller Bereitwilligkeit aufgenommen und der Beschluss gefasst, den genannten Herrn zu erwidern: dass sie, bei der nächsten Zusammenkunft ihrer Mitglieder, die im Januar 1852 stattfinden sollte, eine Sitzung dazu bestimme, um mit den unterzeichneten Herrn über den Gegenstand eine ausführliche Rücksprache zu nehmen, wobei sie dieselben bitte, das Statut des beabsichtigten Filialvereins zu entwerfen, welches in jener Sitzung discutirt und, durch ihre Verwendung, zur Kenntniss und Genehmigung höhern Orts vorgestellt werden solle. Zugleich wurden, als Zeichen dankbarer Anerkennung von Seiten der Societät für die ihr angebotene wissenschaftliche Mitwirkung, diejenigen der unterzeichneten Herrn, die bis dahin noch nicht Ehrenmitglieder der Societät waren, zu solchen gewählt, so wie ferner beschlossen, eine jährliche Summe von 200 bis 300 Rubeln S. M., zur Verwendung für naturhistorische Zwecke während der nächsten Jahre, den unterzeichneten Herrn zur Disposition zu stellen.

Dieser letztere Beschluss, der die Stifter des Vereins in den Stand setzte über pecuniäre Subsidien sofort verfügen zu können, veranlasste sie, ihrem vorgesteckten Ziele schon jetzt vorarbeitend, im Laufe desselben Sommers die naturhistorische Erforschung des Landes einzuleiten, indem der Herr Dr. v. Bunge, bereits im Besitz eines ausgedehnten Materials zu einer Flora der baltischen Provinzen, sich erbot, im Laufe der akademischen Sommerferien, eine botanische Reise durch Livland zu machen, um diejenigen Gebiete kennen zu lernen, die in botanischer Hinsicht bis dahin wenig oder gar nicht ausgebeutet waren.

Im Oktober desselben Jahres versammelten sich die Stifter der Gesellschaft, um das in ihrem Auftrage entworfene Statut derselben zu berathen, welches in der Sitzung am 15. Januar 1852 der ökonomischen Societät vorgelegt wurde. Die in dieser Sitzung anwesenden Vertreter des Vereins, Dr. v. Bunge, Dr. Grube und Dr. Schrenk, erhielten die Eröffnung, die Societät sei bereit auf alle die in der Eingabe vom 30. Mai 1851 ausgesprochenen Wünsche der daselbst genannten Herrn einzugehen und das entworfene, von der Societät für zweckdienlich erachtete Statut des Vereins einer höhern Genehmigung vorzulegen, welcher Beschluss in ihrem Sitzungsprotocoll verschrieben wurde.

Nachdem von der ökonomischen Societät die in dieser Absicht erforderlichen Schritte gethan waren, erfolgte am 4. April 1853 die Allerhöchste Bestätigung des Statuts, welche die Dorpater Naturforscher-Gesellschaft, als Filialverein der livländischen gemeinnützigen und ökonomischen Societät, ins Leben rief.

Am 28. September dieses Jahres versammelten sich die Stifter der Gesellschaft, um solche zu constituiren, die wich-

tigsten Aemter aus ihrer Mitte zu besetzen und die Maassregeln zu besprechen, welche die Wirksamkeit der Gesellschaft eröffnen sollten. Herr Carl Eduard v. Liphardt, Präsident der ökonomischen Societät, wurde einstimmig auch zum Präsidenten des naturhistorischen Filialvereins derselben erwählt; die Herrn Dr. v. Bunge, Dr. Grube und Dr. Schrenk erhielten die Chargen als Mitglieder des Direktoriums, letzterer zugleich in der Funktion eines Sekretärs der Gesellschaft.

Die solchermassen constituirte Gesellschaft vollendete nun durch die Wahl ihrer Mitglieder ihre innere Organisation und schritt sodann zur Berathung über die Herausgabe ihrer Druckschriften und die Anlage eines inländischen Museums, worüber Folgendes festgesetzt wurde:

Die Gesellschaft wird, ihrem Zwecke entsprechend, besonders darauf bedacht sein das Material zur Natur- und Erdkunde der Ostseeprovinzen zu sammeln und solches dem wissenschaftlichen Publikum durch den Druck einer fernern Benutzung zugänglich zu machen. In dieser Absicht beschliesst sie eine Zeitschrift in zwanglosen Heften herauszugeben, welche, unter dem Titel: „Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands", die nach und nach einkommenden Materialien zur Natur- und Erdkunde dieser Provinzen aufzunehmen bestimmt sein wird. Diese Materialien werden in zwei Sektionen getheilt, von denen die eine die mineralogischen Wissenschaften, nebst Chemie, Physik und Erdbeschreibung, die andere den biologischen Theil der beschreibenden Naturkunde enthalten soll. Die Zeitschrift soll in Dorpat gedruckt und von der Gesellschaft selbst, oder, in Commission derselben, durch den in- und ausländischen Buchhandel vertrieben werden. Die Mitglieder erhalten selbige, so wie alle von

der Gesellschaft auch in der Folge herauszugebenden Schriften, zu ihrem Selbstpreis, wie solcher nach beendigtem Druck sich herausstellen wird. Die Gesellschaft übernimmt selbst den Verlag aller von ihr herauszugebenden Schriften, um stets mit voller Freiheit über die Exemplare verfügen zu können, die sie andern gelehrten Gesellschaften in Tausch gegen deren Druckschriften, oder namhaften Privatgelehrten, von denen sie eine thätige Theilnahme an ihren wissenschaftlichen Bestrebungen erwartet, zutheilen wird. Von dem Archiv werden 300 Abzüge gemacht; ausserdem wird jede grössere Abhandlung in 200 Separatabdrücken mit besonderem Titel gedruckt, welche eine doppelte Pagination, auf die Seitenzahl des Archivs zugleich hinweisend, führen werden. Jeder Verfasser erhält von seiner Abhandlung 25 bis 50 Exemplare unentgeltlich; auch steht ihm frei dieselbe Abhandlung, nach Wunsch, auch andern Zeitschriften zu inseriren oder als ein besonderes Werk herauskommen zu lassen.

Ausser dieser wissenschaftlichen Zeitschrift, wird die Gesellschaft ein Journal herausgeben, welches diejenigen Mitglieder, die an den Sitzungen persönlich theilzunehmen verhindert sind, über die Wirksamkeit derselben in Kenntniss zu erhalten bestimmt ist. Dieses Journal wird demgemäss, unter dem Titel: „Sitzungsberichte der Dorpater naturforschenden Gesellschaft", einen Auszug aus den Protokollen ihrer Versammlungen, die Chronik ihrer Mitglieder, die Anzeige über etwa ihr zukommende Geschenke, auch wol kurze Resüme's von grössern, im Archiv enthaltenen Arbeiten, Anfragen oder kürzere Notizen von einem mehr zeitweiligen Interesse, so wie endlich den jährlichen Rechenschaftsbericht der Gesellschaft enthalten und den Mitgliedern unentgeltlich zugestellt werden.

Was endlich das neu anzulegende inländische Museum betrifft, so wurde das Direktorium beauftragt das Lokal der ökonomischen Societät in Augenschein zu nehmen, um, solchem anpassend, die erforderlichen Möbeln zu einer zweckmässigen Aufstellung der ersten Sammlungen der Gesellschaft zu bestellen. Der Sekretär referirte zugleich über den Bestand der Sammlungen, welche die erste Grundlage des Museums bilden sollten. Es waren uns folgende in Aussicht gestellt:

1. Eine Sammlung ausgestopfter Vögel und Säugethiere, etwa 110 Gegenstände enthaltend, die seit bereits zwei Jahren für das zu gründende Museum zubereitet wurden.

2. Eine Sammlung von etwa 100 skelettirten Vogelschädeln, Geschenk des Hrn. Dr. Leopold Schrenk.

3. Eine Sammlung von etlichen Fischen, Amphibien und niedern Thieren, in Weingeist aufbewahrt, Geschenk des Secretärs der Gesellschaft.

4. Eine Sammlung von Rhynchoten und Arachniden Livlands, Geschenk des Hrn. Cand. G. Flor.

5. Eine Sammlung von Conchylien der Baltica, Geschenk des Secretärs, nebst dessen Schrift: „Uebersicht der Land- und Süsswassermollusken Livlands" und Middendorff's „Grundriss einer Geschichte der Malacozoologie in Russland."

6. Ein Herbarium der Baltica, Geschenk des Herrn Dr. von Bunge, nebst der von ihm besorgten zweiten Auflage von Fleischer's „Flora Liv-, Ehst- und Kurlands."

7. Eine Sammlung von Gebirgsarten Liv- und Ehstlands, Geschenk des Hrn. Dr. Alexander Schrenk.

8. Eine Sammlung von Petrefakten des silurischen Bodens Liv- und Ehstlands, von derselben Hand.

9. Eine Sammlung von Gebirgsarten und Petrefakten

zu Pacht's Abhandlung „über den devonischen Kalk in Livland," nebst der bezeichneten Schrift, von demselben Geber.

10. Eine Sammlung krystallinischer Gesteine der erratischen Geschiebe Livlands, ebendaher.

11. Eine Sammlung von Gebirgsarten der Insel Hogland, Finlands und des russischen Lapplands, mit den anliegenden Inseln an den Eismeerküsten, zur Vergleichung mit den Gesteinen der erratischen Geschiebe der Baltica; ebendaher.

12. Eine Anzahl Mineralien Liv- und Ehstlands; ebend.

In Folge dieser Beschlüsse der Gesellschaft, wird nun die erste Lieferung des Archiv's dem wissenschaftlichen Publicum vorgelegt. Möge das Unternehmen, das aus dem Wunsch entsprang, die Kenntniss des heimathlichen Bodens zu fördern, damit aber der Wissenschaft auch aus einem allgemeinern Gesichtspunkte nützlich zu werden, die Anerkennung eines grössern Kreises von Männern, die den Werth eines wissenschaftlichen Strebens zu schätzen wissen, sich verdienen, dem Unternehmen selbst aber dadurch neue Kräfte zur Theilnahme erwachsen.

Carl Eduard v. Liphardt,
Präsident der Dorpater Naturforscher-Gesellschaft.

Alex. Gust. Schrenk, d. Z. Sekretär.

Uebersicht
des obern Silurischen Schichtensystems
Liv- und Ehstlands,
vornämlich ihrer Inselgruppe.

Einleitung.

In einem Lande, das die Fussstapfen so vieler Geognosten trug, sollte man meinen, wäre die Felsbeschaffenheit des Bodens längst mit aller Genauigkeit erforscht und in allem erwünschten Detail bekannt. Dies ist nun aber leider für den Boden, den wir bewohnen, keineswegs der Fall. Wir wissen wol im Allgemeinen, dass der Norden Ehstlands, sein ganzer Küstsentrich am Finnischen Busen, aus Gesteinen zusammengesetzt ist, die, in der Reihenfolge der Niederschläge unserer Erdrinde, den untern Silurischen Schichten Skandinaviens und Englands entsprechen; ferner, dass diesen ältesten Niederschlägen, im Süden, am Südrande Ehstlands und Nordrande Livlands, eine Zone jüngerer Gesteine aufliegt, die mit den obern Ablagerungen desselben Systems in den genannten Ländern parallelisirt werden kann und dem noch weiter südlich herrschenden. Devonischen System Livlands

als Unterlage dient. Allein wo finden sich die Grenzen dieser Gesteinablagerungen verschiedenen Alters gegen einander? wo ist ihre Auflagerung beobachtet worden? welcher lithologische Charakter zeichnet sie vor einander aus? welche organischen Reste sind darin enthalten? das Alles sind Fragen, die wir bisher nur sehr summarisch zu beantworten im Stande sind. Das Gebiet der Forschung aber, das uns durch sie eröffnet wird, ist ein sehr ausgedehntes, und nur durch mühsame und ausdauernd fortgeführte Lokaluntersuchungen können wir hoffen, mit der Zeit, zu einer genügenden Lösung derselben zu gelangen; alsdann erst werden wir uns auch rühmen dürfen den Boden zu kennen, der uns trägt. In der Gegenwart aber wollen wir zuerst unserer Unkenntniss uns bewusst werden, um die Schritte einleiten zu können, die zur Kenntniss führen. Der Verfasser dieser Zeilen hat nun eine Gruppe von Gesteinen hervorgehoben, die wir vorhin als die jüngern Silurischen bezeichneten, um daran zu zeigen, wie mangelhaft unsere bisherige Kenntniss derselben sei, wie wenige positive Beobachtungen vorlägen, auf denen solche basirt ist, und wie viel mithin zu ihrer Erforschung noch zu thun bleibt, dadurch aber die wissenschaftlichen Kräfte, die unsere Provinz in diesem Felde zu bieten hat, zur thätigen Wirksamkeit aufzufordern, um das Werk einer geognostischen Erforschung des heimathlichen Bodens zu fördern.

Eichwald (1825) gebührt die Ehre, die Natur der Felsschichten Ehst- und Ingermannlands zuerst richtig erkannt zu haben, indem er sie mit dem Uebergangsgebirge Schwedens und Norwegens verglich [1]; doch war ihm nur die untere Abtheilung des Systems bekannt geworden.

---

1) Ed. Eichwaldi, Geognostico-zoologicae per Ingriam marisque baltici provincias nec non de Trilobitis observationes. Casani 1825. 4.

M. v. Engelhardt, der hochverdiente Professor an unserer Universität, mein unvergesslicher Lehrer, gab (1830) zwar ein sehr naturgetreues, auf das von Struve ausgeführte barometrische Nivellement gegründetes orographisches Bild der Provinzen und schilderte treffend den lithologischen Charakter ihrer Felslagen [1]; doch war seine Ansicht über das Alter der Formation keine richtige, indem er in seiner Vergleichung vornämlich durch die Aehnlichkeit in der petrographischen Beschaffenheit der Gesteine sich leiten liess, ohne auf deren organische Einschlüsse ein hinlängliches Gewicht zu legen, was der damalige Zustand der Wissenschaft mit sich brachte, da es keineswegs als eine so ausgemachte Thatsache erkannt war, dass Petrefakten als die sichersten Merkmale der Vergleichung zur Bestimmung des relativen Alters entfernt von einander vorkommender Gesteine gelten müssten. Nichtsdestoweniger verdanken wir Engelhardt die erste Kenntniss von unsern obersilurischen Schichten, indem er darauf aufmerksam machte, dass die Kalksteine der Küste, in denen Orthoceratiten und Trilobiten besonders häufig sind, nur einen 25 bis 30 Werst breiten Strich an der Küste einnehmen, weiter landeinwärts aber von Kalksteinen gedeckt werden, in denen hauptsächlich Korallen in grosser Anzahl und Pentameriten in ganzen Schichten herrschend sind, die häufige Kieselconcretionen in Knollen und ganzen Gesteinlagen enthalten, zuweilen ein sandsteinartiges Ansehen besitzen und nur schwach mit Säuren brausen. Durch diese Angaben sind nun die Dolomite Nord-Livlands, mit ihren Kieseleinschüssen, nicht nur in ihrer lithologischen Erscheinung auf das Treffendste charakterisirt, sondern es sind auch die

1) M. v. Engelhardt und E. Ulprecht, Umriss der Felsstruktur Ehstlands und Livlands, — in Karstens Archiv, Jahrg. 1830. Mit einer Karte.

Hauptmerkmale hervorgehoben, welche den paläontologischen Unterschied dieser korallenreichen Pentamerendolomite vor den Orthoceren- und Trilobitenkalksteinen der Küste bezeichnen. Es bleiben auch bis jetzt noch diese Angaben Engelhardts die einzigen, die uns zu Gebote stehen, wenn nach der Grenze der obersilurischen Schichten gegen die ältern Gebilde der Küste gefragt wird. Von keinem spätern Beobachter ist diese Grenze aufgesucht, geschweige denn die Verbindung des Pentamerendolomits mit den Küstenkalksteinen gesehen worden.

Pander's Untersuchungen (1830) berühren zwar nicht unmittelbar den Boden der baltischen Provinzen, werden aber doch stets als die erste Basis für ein gründlicheres Studium von dessen organischen Resten zu betrachten sein, indem sie die, ihrer geognostischen Natur wie ihren Einschlüssen nach, als Glied eines Ganzen dazu gehörigen Schichten der Umgebung von St. Petersburg zu ihrem Gegenstande machten. Die obersilurischen Felslagen blieben zwar ausser dem Bereich dieser Forschungen; doch wurden in dem Werke, das deren Resultate enthält [1]), manche Thierreste beschrieben, welche diese mit der untern Abtheilung gemein haben.

In einer Sammlung von Gebirgsarten Ehst- und Livlands, die Engelhardt an Alexander v. Humboldt nach Berlin übersandte, wurden von G. Rose (1837) die Kalksteine des obersilurischen Systems, vom Nordrande Livlands (Oberpahlen, Talkhof), als Dolomite erkannt [2]).

Dasselbe erwies E. Hofmann (1837) von den Kalksteinen der Inseln Oesel und Moon, deren Gehalt an kohlen-

---

1) Beiträge zur Geognosie des Russischen Reichs. St. Petersb. 1830. 4.

2) Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meere. 1. Bd. Berlin 1837. 8. — S. 26.

saurer Magnesia, nach den Analysen, die er anstellte, zwischen 40 und 45 Procent befunden wurde [1]). Auch beschrieb er zuerst als Geognost den sogenannten Krater von Sall auf Oesel, dessen schon Dr. Luce (1827), der Historiograph dieser Insel, gedachte [2]).

Eichwald's Schrift „über das Silurische Schichtensystem in Ehstland" (1840) betrachtet fast ausschliesslich die ältern Gesteine des nördlichen Küstenstrichs mit ihren organischen Einschlüssen; von der obern Abtheilung des Systems werden nur die Kalksteine der Umgegend Hapsals erwähnt, ohne solche als eine jüngere Bildung zu bezeichnen. Alle diese Straten werden mit dem Wenlokkalke Englands parallelisirt [3]).

Gleichzeitig erschien ein Aufsatz desselben Verfassers im ersten Heft seiner „Urwelt Russlands", dessen Inhalt jedoch nur wenig mehr als ein kurzes Resumé seines „Silurischen Schichtensystems" bietet [4]).

Ungleich wichtiger dagegen ist das zweite Heft desselben Werkes (1842), welches die Resultate einer im J. 1841 ausgeführten Reise enthält, die den Verfasser, über Reval und Baltischport, nach Hapsal, und von hier, über die Inseln Moon und Oesel, nach Dagö führte, welche letztere Insel vorzugsweise untersucht wurde, eine Untersuchung, die uns die erste genauere Kenntniss von den organischen

---

1) Geognostische Beobachtungen auf einer Reise von Dorpat nach Åbo. Nebst einer Karte (der Insel Hochland). Dorpat 1837. 8. — S. 47. (Später in Baer und Helmersen's „Beiträgen zur Kenntniss des Russischen Reichs", Bd. IV (1841) S. 97—142 wieder abgedruckt.)

2) Beitrag zur Geschichte der Insel Oesel. Pernau 1827. 8. — S. 20.

3) Eichwald, Ueber das silurische Schichtensystem in Ehstland. St. Petersb. 1840. 8. — Aus dem I. und II. Hefte der „Zeitschrift für Natur- und Heilkunde" der medicinischen Akademie zu St. Petersburg besond. abgedruckt.

4) Eichwald, Die Urwelt Russlands, durch Abbildungen erläutert. I. Heft. Mit 4 lithogr. Tafeln. St. Petersb. 1840. 8. — Aus den „Schriften der Kaiserl. St. Petersb. Mineral. Gesellschaft" besonders abgedruckt.

Einschlüssen der obersilurischen Schichten unserer Inselgruppe brachte [1]).

An diese Forschungen Eichwalds schliesst sich eine andere Reiseausflucht an, die der Bergingenieurmajor Osersky (1844) unternahm. Sie berührte dieselben Küsten des Festlands, so wie die Inseln Odinsholm, Nuckö, Worms und Dagö [2]). Die gesammelten Petrefakten wurden von Eichwald bestimmt; der Verfasser aber gab eine Schilderung von dem lithologischen Charakter der Felsgebilde und ihrer Lagerung. Er versucht es eine neue, auf die petrographische Beschaffenheit der Gesteine begründete Eintheilung des silurischen Schichtensystems der Baltica zu geben, eine Eintheilung, die jedoch, besonders in der obern Abtheilung dieser Schichten, der Natur einen harten Zwang anthut, von dem längst als irrig erkannten Grundsatze ausgehend, dass ein bestimmtes Bildungsalter eines Gesteins, an entfernt von einander gelegenen Punkten, ein Auftreten desselben mit gleichem lithologischem Charakter bedinge, womit bestimmte organische Reste nothwendig im Gefolge erscheinen sollen.

Das Jahr 1845 brachte uns das klassische Werk von Murchison, de Verneuil und dem Grafen Keyserling „Geology of Russia in Europe and the Ural mountains“, das mit gewohnter Klarheit die Schichten unserer Provinzen charakterisirt und, auf ein gründliches Studium von deren organischen Resten fussend, im Hinblick auf die Sedimentgesteine Englands, deren relatives Alter zu ermitteln sucht.

---

1) Desselben Werkes 2tes Heft. Mit 4 lithogr. Taf. St. Petersb. 1842. 8. — Aus Baer und Helmersen's „Beiträgen zur Kenntniss des Russischen Reichs“, Bd. IV. (1841) besond. abgedruckt.

2) Osersky, Geognostischer Umriss des nordwestlichen Ehstlands. St. Petersburg 1844. 8. — In den „Verhandlungen der Kaiserl. Mineralog. Gesellschaft zu St. Petersburg“. Jahrg. 1844.

Die Pentameren führenden Kalksteine der südlichen Hälfte des silurisch-baltischen Festlands werden hier als eine eigene, in England nicht vertretene Schichtengruppe hingestellt, die zwischen Gesteinen eingelagert ist, welche einerseits den untern, anderseits den obern silurischen Schichten Englands entsprechen. Die Schichten der Inselgruppe werden mit der obern Abtheilung Englands parallelisirt. Die Kenntniss von den organischen Resten fliesst den Verfassern theils aus den Schriften und mitgetheilten Originalexemplaren Eichwalds, theils, für Oesel, aus den Sammlungen und Mittheilungen Panders.

Nach dem Erscheinen dieses für die Geologie Russlands überhaupt, wie auch für die unserer Schichten Epoche machenden Werkes, ist zur Kenntniss der obersilurischen Gesteine wenig mehr geschehen. Professor Kutorga (1847) beschrieb trefflich den *Encrinurus punctatus* Emmr. von der Küste bei Johannis, auf Oesel [1]; auch besuchte er im J. 1850 selbst die Inseln, ohne jedoch die Resultate dieser Reise noch veröffentlicht zu haben. In jüngster Zeit endlich (1849) gab uns Wangenheim von Qualen eine genaue Beschreibung des vorhin erwähnten Kraters von Sall auf Oesel, bei welcher Gelegenheit er einige Bemerkungen über das Schichtensystem der Insel einfliessen liess, so wie einige in ihren Kalksteinstraten enthaltene Petrefakten, nach Eichwald's Bestimmung, nambaft machte [2]).

Diesen Forschungen und Arbeiten meiner Vorgänger

1) S. Kutorga, Ueber einige baltisch-silurische Trilobiten Russlands, mit Tafeln. — In den „Verhandl. d. Mineral. Ges. zu St. Petersb.“ Jahrgang 1847. S. 287.

2) Wangenheim von Qualen, der Krater bei Sall auf der Insel Oesel, — im „Correspondenzblatt des naturforschenden Vereins zu Riga“, Jahrg. 1849.

schliessen sich nun meine eigenen Beobachtungen an, hauptsächlich als das Resultat zweier Ferienreisen, die ich in den Sommern 1851 und 1852 auszuführen Gelegenheit hatte. Die Ausflucht im J. 1851 führte mich, von Dorpat aus, über Pernau, durch das devonische Gebiet am Pernaufluss hinauf, nach Torgel; von da, durch die Kirchspiele Jacobi und Michaelis, am Nordwestrande Livlands, nach Leal und Werder und, über die Insel Moon, nach Oesel, wo ich leider eine nur zu kurz zugemessene Zeit dem Studium der so lehrreichen Schichten widmen konnte, indem ein Unwohlsein und der Beginn der akademischen Vorlesungen mich bald nach Dorpat zurückriefen.

Die begonnene Untersuchung fortzusetzen, unternahm ich in den jüngst verflossenen Ferien dieses Sommers eine zweite Reise, indem ich meinen Weg, über Fennern, nach Raiküll, in Süd-Harrien, einschlug, wo ich in Gesellschaft meines verehrten Freundes, des Grafen Alexander von Keyserling, einige lehrreiche geognostische Excursionen anstellte, sodann westlich, der Bande obersilurischer Gesteine folgend, über Merjama und Goldenbeck, nach Hapsal mich wandte, von hier aus die Insel Dagö besuchte und endlich, an der Küste südlich hinab, aufs Neue über Werder und Moon, nach Oesel ging. Nach Dorpat zurückgekehrt, besuchte ich die Kalklager von Laisholm, Kawa, Herianorm und Talkhof im Flussgebiete der Pödja. Aus früher angestellten Excursionen waren mir endlich die Dolomite der Umgegend von Oberpahlen bekannt geworden.

Dies ist denn das Material, welches, die obern silurischen Schichten der Baltica in dem grössten Theil ihrer Ausdehnung umfassend, zur nachfolgenden Darstellung gedient hat, eine Darstellung, die nicht sowol ein vollendetes Bild,

als vielmehr eine Uebersicht nur des bezeichneten Gebiets in allgemeinen Zügen, an welche gelegentlich hie und da einige speciellere Forschungen sich anknüpfen, zu geben bestimmt ist und von einer grössern Arbeit, welche der Verfasser über denselben Gegenstand vorbereitet, gefolgt werden soll. Die wissenschaftlichen Ergebnisse, zumal die paläontologische Ausbeute meiner letzten, vor wenigen Wochen vollendeten Reise sind namentlich in dieser Skizze nur wenig berücksichtigt worden.

I. Petrographische Uebersicht.

Das von Schichten der obern Silurischen Abtheilung bedeckte Flächengebiet unserer östlichen Baltica umfasst im Allgemeinen die ganze Südhälfte Ehstlands, mit einem angrenzenden schmalen Strich am Nordrande Livlands, so wie die anliegende Gruppe der Inseln, unter denen Oesel mit Moon, Dagö und Worms die bedeutendsten sind. Es bildet dieser Flächenraum, auf dem Festlande, die Südabdachung der Wasserscheide, welche Ehstland in west-östlicher Richtung durchzieht, die nördlichen Küstengewässer des Finnischen Golfes von den Stromgebieten des Embach (mit Wirtsjerw und Peipus), des Pernauflusses und des Kassarienflüsschens scheidend. Der Strich, welcher die südlichsten Punkte bezeichnet, an denen obersilurische Schichten zu Tage liegen schneidet das Flüsschen Pödja, Zufluss des Embach, oberhalb Talkhof, etwa 30 Werst NW von Dorpat, das Flüsschen Pahle

(oder Oberpahlschen Bach) unterhalb Schloss Oberpahlen, erstreckt sich weiter westlich zwischen den Gütern Arrosaar und Nawast, zwischen Fennern und Kaantso (wo im Flussbette der Nawast ein fester weisser Sandstein devonischen Systems ansteht) und wird durch die Steinbrüche der Güter Pörrafer, Enge, Wehof, Kokenkau, Oidenorm, Padenorm und Patzal, an der Patzal-Wiek, bezeichnet. Im Süden werden diese Gesteine in ihrer ganzen Erstreckung von den Detritusmassen des devonischen Systems bedeckt: die Auflagerung der devonischen Sandsteine auf dieselben ist nirgends beobachtet worden. Die Nordgrenze des Gebiets ist uns, wie schon erwähnt wurde, nur aus jener Angabe Engelhardt's bekannt, welcher zufolge sie in einer ziemlich gleichmässigen Entfernung von 25 bis 30 Werst von der Küste des Finnischen Meerbusens sich hält [1]), die von den Orthoceren- und Trilobitenkalksteinen der untern Abtheilung eingefasst wird. Auf der Landstrasse von Raiküll, nördlich, nach Reval zu, wird sie, nach einer mündlichen Mittheilung, die ich dem Grafen Keyserling verdanke, zwischen den Gütern Röa und Loal, etwa 35 W. in gerader Linie von der Küste, angetroffen, indem die Steinbrüche von Röa noch im obersilurischen Gebiet, die von Loal bereits untersilurisch sind. Die östlichsten Punkte, die gegen den Peipus und die Narowa hin unser Gebiet begrenzen, wissen wir noch gar nicht anzugeben; zwar halten Murchison, Verneuil und Keyserling die Schichten zwischen Rannapungern und Klein-Pungern, so wie die bei Paggar für obersilurisch [2]), hauptsächlich aus dem Grunde, weil ihnen die Orthoceren und Trilobiten der untern, an der

1) Engelhardt, a. a. O. S. 5.
2) MVK. Geology of Russia, I. p. 34.

Küste brechenden Kalksteine fehlen; doch scheint mir dies mehr als zweifelhaft zu sein, indem alle darin namhaft gemachten Versteinerungen theils untersilurische, wie *Spirifer lynx* Eichw. und *Terebratula deformata* Eichw., theils solche Arten sind, die beiden Abtheilungen gemeinschaftlich zukommen, wie *Leptaena depressa* Sow. und *L. deltoidea* Conr., und überdies von der ersteren Strecke der bituminöse, brennbare Kalkstein bekannt ist, der auch an der Küste bricht und unzweifelhaft ein Glied der untern Abtheilung ausmacht. Talkhof und Laisholm an der Pödja bleiben demnach als die äussersten östlichen Punkte stehen, an welchen mit Sicherheit obersilurische Gesteine nachgewiesen werden können.

Die ganze obere silurische Abtheilung der Gesteine auf dem angegebenen Flächenraume zerfällt in zwei Schichtengruppen, die durch Felsbeschaffenheit und relatives Alter von einander scharf geschieden sind. Die untere Gruppe wird von Dolomiten gebildet, die bald kristallinisch, bald dicht, oft von Kieselknollen und -Lagen, nebst verkieselten organischen Resten, und zuweilen von sporadisch eingestreuten Thoneisennieren erfüllt sind, oder durch einen beträchtlichen Thongehalt die Natur mergeliger Gesteine annehmen, selten in magnesiareiche Kalksteine übergehen. Sie wird von einer obern Schichtengruppe kristallinisch-körniger, oder feinsplitteriger und dichter Kalksteine, mit einem nur geringen Gehalt an kohlensaurer Magnesia, bedeckt. Wir wollen zuvörderst die Gesteine dieser Schichtengruppen ihrer lithologischen Beschaffenheit nach im Einzelnen genauer zu charakterisiren suchen und sodann ihre Lagerungsverhältnisse und Verbreitung in dem umgrenzten Gebiet darzustellen uns bemühen.

A. Lithologischer Charakter.

1. Untere oder Dolomitgruppe.

Die Gesteine der untern Gruppe sind graue, graulich-weisse oder gelbliche, dichte oder feinkörnig-kristallinische Dolomite, mit erdigem, splitterigem oder sacharoidisch-feinkörnigem Bruch, zuweilen sehr porös oder cavernös, von mittlerer, in einzelnen Varietäten von sehr ansehnlicher Härte, ihrer chemischen Substanz nach theils mehr oder weniger reine Dolomite, theils durch einen beträchtlichen Thongehalt, der bis zu einem Fünftheil ihrer Masse beträgt, als dolomitische Mergel zu betrachten. Nur selten dagegen wird der Kalkgehalt so überwiegend, dass sie in wahre Kalksteine, mit einem Gehalt von etwa 10 Procent an kohlensaurer Magnesia übergehen. Diese Dolomitgesteine lassen sich von manchen Kalksteinen nach ihren physischen Eigenschaften durchaus nicht unterscheiden, verrathen jedoch ihre Natur sogleich dadurch, dass sie, mit einem Tropfen Säure befeuchtet, nicht oder nur wenig, und nur im Pulver lebhafter aufbrausen. Sie lassen sich, ihrem lithologischen Charakter nach, etwa in folgenden Varietätengruppen übersehen.

I. **Dichte** Dolomite.

A. Von grauer Färbung und erdigem Bruch, geringer Härte (an der Luft verbleichend und erhärtend). Thonige Dolomitmergel (Wasserfliesse).

a) compakt; sie sind aschgrau, blaulich-bräunlich-gelblich- und weisslich-grau bis graulich-weiss, von grob- und feinerdigem oder unebenem Bruch, milde und wenig hart. Dahin gehören die untern Schichten am Ojo-Pank

und Mustel-Pank auf Oesel, so wie überhaupt die untersten, nur wenig über dem Meeresniveau sich erhebenden Schichten in fast allen Steinbrüchen und Felsproflien der Inselgruppe und der benachbarten Festlandsküsten. Die Dolomite von Fennern tragen denselben Charakter. Dagegen sind die sehr ähnlichen Gesteine von Neuenhof, bei Hapsal, von Hohenholm, auf Dagö, die untern Schichten in dem grossen Steinbruch von Linden, unweit Hapsal, und einiger anderer Lokalitäten, als dolomitische Kalksteine zu betrachten.

b) porös oder cavernös; als lokale Modification der Gesteine der vorigen Gruppe zuweilen vorkommend, wie im Aufrisskessel oder sogenannten Krater von Sall auf Oesel.

B. Von gelblicher Färbung, als verblichene Gesteine der vorigen Gruppe anzusehen.

a) compakt; als obere, zur technischen Anwendung ausgebeutete Schichten in sehr vielen Steinbrüchen verbreitet.

b) porös oder cavernös; bilden eine besondere Schichtengruppe, über dichten Dolomiten abgelagert, in einigen Steinbrüchen der Insel Oesel, wie bei Kuigaug, Piddul, Kidimets u. a. O., so wie als lokale Modification in jenen enthalten.

II. **Kristallinische** Dolomite.

A. Von grauer Färbung und splitterigem oder feinkörnigem Bruch, ansehnlicher Härte.

a) compakt; aschgrau, blaulich- und gelblichgrau,

graulichweiss, von feinkörnigem, ins Grob- oder Feinsplitterige übergehendem Bruch und rauher, unebener Oberfläche. Dolomit von Werder in einzelnen Parthieen; dolomitische Kalksteine von Neuenhof, Hohenholm, Linden.

b) porös oder cavernös; Werder-Dolomit durchgängig; oberste zu Tage stehende Schichten in der Westhälfte von Moon und an der gegenüberliegenden Küste Oesels.

B. Von gelblicher Färbung.

a) compakt, und

b) porös oder cavernös; gehen als lokale Abänderungen aus den Gesteinen der vorigen Gruppen hervor; man findet sie namentlich mit den dichten Dolomiten auf Oesel.

III. Kristallinische u. dichte Dolomite **mit concretionirten Kiesel- (und Thoneisen-) Massen.** Es sind Gesteine der vorher aufgeführten Gruppen, in denen die bezeichneten Einschlüsse, zumal die Kieselmassen, zuweilen so häufig sind, dass sie dem Gestein einen eigenthümlichen Charakter ertheilen. Sie besitzen gewöhnlich feinkörnigen, ins Dichte und Erdige übergehenden Bruch und gelbliche, selten graue Färbung. Von dieser Natur sind die Dolomite in einem Strich am Nordrande Livlands, bei Addafer, Oberpahlen, Woisek, Ruttigfer, Laisholm.

Diese Gruppirung darf nun keineswegs in dem Sinne aufgefasst werden, als ob die Gesteine einer Gruppe stets ihren Charakter unveränderlich festhielten. Dies ist so wenig der Fall, dass die Gesteine einer und derselben Schicht, geschweige denn eines grössern Steinbruchs, oft vielfache Ueber-

gänge in einander zeigen; der dichte Dolomit gewinnt ganz unmerklich auf Erstreckungen ein kristallinisch-feinkörniges Ansehen und schimmernden Bruch; oder er nimmt hie und da einige sporadisch eingestreute Kieselknollen auf; graue und gelbe Dolomite sind durch einen ganz allmäligen Uebergang in der Färbung mit einander verbunden, die einen aus den andern hervorgehend. Es soll daher unsere schematische Eintheilung der einzelnen Gesteine in die aufgeführten Gruppen auch nur dazu dienen, um den allgemeinen, vorherrschenden Charakter eines Gesteins in einer bezeichneten Lokalität, im Hinblick auf jene Gruppen, kurz auszudrücken, zugleich einen Ueberblick über dessen Varietätengrenzen gewährend.

Was die chemische Zusammensetzung unserer Gesteine der untern Schichtengruppe betrifft, so hatte schon G. Rose, in der von M. v. Engelhardt an A. v. Humboldt mitgetheilten Sammlung von Gebirgsarten der Baltica, die Kalksteine von Oberpahlen und des angrenzenden Landstrichs als Dolomite erkannt. Gleichzeitig lehrte uns E. Hofmann, dass die Inseln Oesel und Moon durchgängig von Dolomiten gebildet seien und gab die Analysen zweier derselben von Oesel, so wie eines von Moon. Auch ich habe meinerseits, um in die Natur dieser Gesteine eine genauere Einsicht zu gewinnen, eine Reihe von Analysen angestellt, in deren Ausführung ich der bereitwilligen Unterstützung meines verehrten Freundes und Collegen, des Hrn. Professor C. Schmidt, viel zu danken habe, deren Resultate in folgender Uebersicht enthalten sind.

№	Fundort der Gesteinprobe.	Ċa C̈.	Ṁg C̈.
1.	Gelblicher, dichter Dolomit von Kuiwast, an der Ostküste von Moón	52,65	42,69
2.	Graulichweisser, dichter Dolomit von Kuigaug, 10 Werst nördlich von Arensburg	48,82	36,98
3.	Gelblicher, kristallinischer und dichter Dolomit, mit Hornsteinknollen, von Addafer, unweit Oberpahlen, in Livland [2])	49,01	41,34
4.	Gelblicher, kristallinischer Dolomit, mit verkieselten *Pentameren*, von Woisek, unweit Oberpahlen	50,26	42,25
5.	Grauer, harter, poröser, kristallinischer Dolomit von der Küste von Werder	49,66	45,26
6.	Dichter, grauer, mergeliger Dolomit, mit *Pentamerus oblongus*, von Fennern, in Nord-Livland	42,24	32,98
7.	Aschgrauer, dichter, mergeliger Dolomit, von Manedi-Gesinde, auf der Insel Moon	41,26	32,73
8.	Aschgrauer, dichter, mergeliger Dolomit, mit *Trilobiten* etc., vom Ojo-Pank, an der Ostküste Oesels	43,08	32,09
9.	Grauer, dichter, mergeliger Dolomit, mit *Eurypterus*, von Rootsiküll, an der Westküste Oesels	44,09	30,74
10.	Gelblicher, feinkörniger, dolomitischer Kalkstein, mit Asphaltschnüren, aus den obern Schichten im Südtheil des Steinbruchs von Linden, unweit Hapsal	85,79	8,35
11.	Gelblicher, dichter, dolomitischer Kalkstein, unterste Schichten im Südtheil des Steinbruchs von Linden	74,90	12,88
12.	Dasselbe Gestein, grau, aus dem Innern desselben Felsblocks	78,40	12,29
13.	Gelblicher, feinkristallinischer Dolomit, von Tuttomäggi, 5 W. südwestlich von Leal	...	...
14.	Dasselbe Gestein, grau, aus dem Innern desselben Felsblocks	...	...

4) Nach der gewöhnlichen Methode der Dolomitanalyse, wird alles Eisen der Gesteinprobe als Eisenoxyd gefunden (in der Tabelle durch die klein gedruckte Zahl in der Rubrik des Eisenoxyd angegeben), aus welchem die entspre-

Ḟe C̈, aus dem Eisenoxyd.	Eisenoxyd, ursprünglich als Ḟe C̈.	Silikate der Thonerde und des Eisenoxyds, in Säuren unlöslich.	Organische Bestandtheile.	Summe.	Bemerkungen [1]).
2,00	1,38*	2,43	. . .	99,15	
2,94	2,03*	11,33	0,33	99,49	Hygroskopisches Wasser = 0,20.
0,78	0,54*	8,46	. . .	99,35	
0,75	0,52*	7,38	. . .	100,41	
0,78	0,54*	2,08	0,04	97,58	Nebst 0,26 kohlens. Manganoxydul, 0,12 Thonerde, Spuren v. Chlor u. Phosphorsäure. — Hygrosk. Wasser = 0,12.
2,42* 4,09	1,15* 2,82	20,04	. . .	98,83	Hygroskop. Wasser = 0,13.
1,99* 3,57	1,09* 2,46	22,12	. . .	99,19	
2,49* 4,21	1,19* 2,91	19,55	. . .	98,40	
2,36* 4,00	1,13* 2,76	20,58	. . .	98,91	
0,91	0,63*	4,36	. . .	99,13	
1,42	0,98*	9,78	0,31	98,85	Hygroskop. Wasser = 0,17.
0,88	0,61*	7,58	0,34	99,22	Hygroskop. Wasser = 0,23.
1,34	0,98*	14,61	0,46	. . .	Hygroskop. Wasser = 0,46. In dieser u. der folgenden Analyse sind Kalk u. Magnesia nicht weiter bestimmt worden.
1,73	1,26*	12,81	0,51	. . .	Hygroskop. Wasser = 0,27.

chende Menge kohlensaures Eisenoxydul berechnet worden ist (durch die grösser gedruckte Zahl in der Rubrik des kohlensauren Eisenoxyduls bezeichnet); da aber in dem Gestein stets ein Theil des Eisens in seiner ur-

Alle die analysirten Gesteine sind mithin als wahre Dolomite, und nur die Gesteine von Linden, Nr. 10—12, als dolomitische Kalksteine, mit einem starken Gehalt an kohlensaurer Magnesia, ausgewiesen. Das Verhältniss der kohlensauren Salze stellt sich, nach Abzug der in Salzsäure unlöslichen Silikate und der organischen Substanz, als accessorischer, in die Zusammensetzung der Dolomitspecies nicht wesentlich eingehender Bestandtheile, und unter Berechnung alles Eisenoxyds zu kohlensaurem Eisenoxydul, in folgenden Zahlen heraus:

	Anal. 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
$\dot{C}a\ \ddot{C}$.	54,09	55,02	53,78	53,89	51,75	53,25	53,20	54,27	55,93	90,26	83,96	85,62
$\dot{M}g\ \ddot{C}$.	43,86	41,67	45,36	45,30	47,16	41,59	42,20	40,43	39,00	8,78	14,44	13,42
$\dot{F}e\ \ddot{C}$.	2,05	3,31	0,86	0,81	1,09 ($\dot{F}e\dot{M}n\ddot{C}$)	5,16	4,60	5,30	5,07	0,96	1,60	0,96

sprünglichen Form, als kohlensaures Eisenoxydul, enthalten, ein anderer, durch Zersetzung, in Eisenoxydhydrat übergegangen ist, so wird, um das Verhältniss beider zu ermitteln, eine besondere Scheidung des Eisenoxyduls vom Oxyd erforderlich, die jedoch nur in der Analyse Nr. 6 wirklich ausgeführt, in den Analysen der verwandten Gesteine Nr. 7, 8 und 9 aber aus dem durch jene ermittelten Verhältniss berechnet worden ist. Es bezeichnen also, in der Rubrik des Eisenoxyds: die klein gedruckte Zahl, — die Summe alles von der Analyse angegebenen Eisens, als Eisenoxyd, die gross gedruckte Zahl, — die wirkliche Menge des in der Gesteinprobe als solches enthaltenen Eisenoxyds, aus der Zersetzung von kolensaurem Eisenoxydul hervorgegangen; in der Rubrik des kohlensauren Eisenoxyduls: die klein gedruckte Zahl, — die Menge alles Eisens, aus dem Eisenoxyd zu kohlensaurem Eisenoxydul berechnet, die gross gedruckte Zahl, — die Menge des noch als unzersetztes kohlensaures Salz nachgewiesenen Eisenoxyduls. Bei der Summirung aller von der Analyse ergebenen Bestandtheile wurde in den Analysen Nr. 1 bis 5 und 10 bis 14 nur das Eisenoxyd, in den Analysen Nr. 6 bis 10 aber Oxydul und Oxyd (nach den mit einem Stern bezeichneten Zahlen) in Rechnung gebracht. Im Uebrigen verweisen wir auf die genauere Erläuterung der Zusammensetzung der Gesteine, die der Tabelle nachfolgt.

2) Diese, wie die nächstfolgende Analyse, Nr. 4, verdanke ich der gefälligen Mittheilung des Hrn Professor Petzholdt. Die Analyse des Fennern-Dolomit, Nr. 6, wurde von dem Hrn Professor Schmidt ausgeführt, mit meiner eigenen ein nahe übereinstimmendes Resultat ergebend; der Werder-Dolomit, Nr. 5, ist von dem Hrn Magister Brinkmann, die Gesteine Nr. 10 bis 14 sind von dem Hrn Studiosus Nathanson, unter Leitung des Prof. Schmidt, analysirt worden. Den genannten Herren schulde ich für die freundliche Unterstützung meinen verbindlichsten Dank.

Die von Hofmann gefundenen Zahlen [1]) sind hiermit nahe übereinstimmend, nämlich:

№	Fundort der Gesteinprobe.	Ċa C̈.	Ṁg C̈.	Ḟe C̈, aus d. Eisenoxyd.	Eis.-Oxyd (und Thonerde)	Summa.*		Verhältniss in 100 Theilen. 15.	16.	17.
15	Dolomit aus d. Aufrisskessel v. Sall, auf Oesel	55,73	42,90	2,04	1,41	100,07	Ċa C̈.	55,36	55,53	54,76
16	Dolomit aus einem Steinbruch, Eine Werst von Sall .	55,50	40,54	3,96	2,69	98,73	Ṁg C̈.	42,61	40,57	44,52
							Ḟe C̈.	2,03	3,90	0,72
17	Dolomit von der Insel Moon	54,76	44,52	0,72	0,50	99,78				

Diese Analysen veranlassen uns nun zu folgenden Erläuterungen, die Arbeiten selbst, so wie die durch solche ermittelte Zusammensetzung der Gesteine betreffend. Dass nur ein Theil des von der Analyse in dem Bestand der Gesteine angegebenen Eisens als Oxyd, ein anderer aber als Oxydul darin enthalten sei, dies wurde dadurch nachgewiesen, dass eine gepulverte Probe der Substanz, mit Salzsäure in einem engen Probirglas übergossen, nachdem sie nicht mehr Kohlensäure entwickelte, durch einen Zusatz von Schwefelcyankalium blutroth gefärbt wurde, während Ferridcyankalium eine dunkelblaue Färbung und einen Niederschlag von derselben Farbe hervorbrachte. Das Eisenoxydul kann aber hier nur als kohlensaures Salz, einen Theil der isomorphen Basen, Kalkerde und Magnesia ersetzend, in die Zusammensetzung eingehen.

1) Hofmann's „Geogn. Reise von Dorpat nach Åbo", S. 48. In diesen Analysen sind die Silikate des unlöslichen Rückstands von der zur Analyse angewandten Menge stets abgezogen worden; eine Angabe derselben wäre uns doch erwünscht gewesen. Die von Hofmann analysirten Gesteine Nr. 16 u. 17 stehen in ihrem lithologischen Charakter am nächsten unserem Dolomit von Kuigaug, Nr. 2, aus dessen obern porösen Schichten; sein Dolomit Nr. 17 entspricht unserem von Kuiwast, Nr. 1, vielleicht selbst von derselben Lokalität stammend.

Dass aber auch das als Oxyd enthaltene Eisen ursprünglich als kohlensaures Oxydul in dem Gestein vorhanden und erst später, in Folge einer Zersetzung, in Oxyd übergegangen war, dies wird dadurch mehr als wahrscheinlich gemacht, dass, wenn wir alles von der Analyse ergebene Eisen als kohlensaures Oxydul berechnen, der Sauerstoffgehalt der Magnesia und des Eisenoxyduls, zusammengenommen, in allen Analysen derjenigen Dolomite, die eine grössere Quantität Eisen enthalten, dem der Kalkerde nahe gleichkommt, was auf eine atomistische Zusammensetzung aus $\dot{Ca}\,\ddot{C} + (\dot{Mg}\,\dot{Fe})\,\ddot{C}$ hinweist. Die Frage liesse sich übrigens durch eine direkte Kohlensäurebestimmung an diesen Dolomiten mit Sicherheit entscheiden, indem die Sauerstoffmenge der Kohlensäure genau das Doppelte betragen müsste von der der Kalkerde, der Talkerde und alles von der Analyse angegebenen Eisens als kohlensaures Oxydul berechnet. Diese Bestimmung ist jedoch vor der Hand noch nicht ausgeführt worden. Auch die Trennung des Eisenoxyduls vom Oxyd wurde bisher nur in der von Prof. Schmidt ausgeführten Analyse Nr. 6 vorgenommen, indem eine besondere Probe des Gesteins in einer enghalsigen Flasche in Salzsäure gelöst, die Lösung in eine Ferridcyankaliumlösung filtrirt und der erhaltene Niederschlag von Ferridcyaneisen ausgeglüht wurde. In den Analysen der drei andern, diesem ganz analog zusammengesetzten, mergeligen Dolomite (Nr. 7, 8 u. 9) ist die Bestimmung der angegebenen Oxydulmenge nicht direkt gemacht, sondern nach dem von der Analyse Nr. 6 erbenen Verhältniss berechnet worden; in den übrigen Arbeiten endlich findet sich das Verhältniss von Oxydul und Oxyd gar nicht angegeben, indem alles Eisen, wie es nach der gewöhnlichen Methode der Dolomitanalyse erhalten wird, als Oxyd,

in der anstossenden Rubrik jedoch dasselbe Oxyd auf kohlensaures Oxydul berechnet, angeführt worden ist.

Wenn wir nun, nach den vorausgehenden Bemerkungen, annehmen, dass alles von den Analysen angegebene Eisen ursprünglich in dem Gestein als kohlensaures Oxydul, einen Theil der isomorphen Magnesia ersetzend, enthalten gewesen ist, so geben uns die Analysen die procentische Zusammensetzung unserer Dolomite sehr nahe übereinstimmend mit der berechneten Zusammensetzung eines normalen, aus gleichen Aequivalenten kohlensauren Kalks und kohlensaurer Magnesia bestehenden Dolomits; ein solcher erfordert nämlich 54,35 Gewichtstheile kohlensauren Kalk und 45,65 kohlensaurer Magnesia; wir finden, im Mittel aus unsern Analysen Nr. 1—9 und 15—17,

kohlensauren Kalk . . .	54,24
kohlensaure Magnesia . .	42,85
kohlensaures Eisenoxydul .	2,91
	100,00;

da nun 2,91 Gewichtstheile kohlensaures Eisenoxydul 2,14 kohlensaurer Magnesia ersetzen (das Atomgewicht der Magnesia = 20,7 gerechnet), so finden wir in unsern Dolomiten, das Eisenoxydul in seinem Aequivalent als Magnesia genommen, das Verhältniss von 54,66 kohlensauren Kalk zu 45,34 kohlensaurer Magnesia, ein Resultat, das unsere Voraussetzung in numerischen Werthen als richtig zu beweisen dient.

Es handelte sich endlich darum die Natur der in Salzsäure unlöslichen Bestandtheile zu ermitteln, deren Menge in den analysirten Gesteinen sehr verschieden, zwischen 2 und 22 Procent beträgt, indem im Allgemeinen die gelben Dolomite einen nur geringen, oder, nach Verhältniss, doch mässigen Rückstand, dagegen die grauen, dichten Dolomite einen sehr starken, bis über ein Fünftheil ihrer Masse betragenden Ge-

halt an unlöslichen Bestandtheilen ergeben. Dieser Rückstand hat eine grauliche, der Farbe des Gesteins mehr oder weniger ähnliche Färbung und gibt vor dem Löthrohr, mit Phosphorsalz, ein Kieselskelett, wobei die klar bleibende Perle in der Regel durch Eisenoxyd grünlich gefärbt erscheint. Es liess sich ferner ein Gehalt an Thonerde in diesem Rückstand vermuthen, obschon solcher durch Kobaltsolution nicht angegeben wurde. Auch musste er endlich eine nicht unbedeutende Menge organischer Bestandtheile führen, indem er, bei gelinder Hitze geglüht, eine dunkelgraue, zuweilen fast schwarze Färbung annahm, die bei stärkerem Glühen allmälig verschwand, wobei die zurückbleibende Substanz, unter Gewichtsabnahme, ihre graue Färbung gegen die der gelblichen Dolomite veränderte.

Durch dieses Löthrohrverhalten waren mithin Silikate angegeben, und mein verehrter College, Prof. Schmidt, unterzog sich, auf meine Bitte, der Mühe, eine Quantität der Substanz aufzuschliessen, wodurch in dem in Säuren unlöslichen Rückstand des Fennern-Dolomit, Nr. 6, folgende Bestandtheile sich ergaben:

Kieselerde	77,04
Thonerde	10,94
Eisenoxyd	7,39
Magnesia	0,55
Organische Bestandtheile, Wasser und Verlust	4,08
	100,00.

Diese Bestandtheile entprechen nun der Zusammensetzung eines gemeinen Thones, oder einem Gemenge von freier Kieselerde, mit Silikaten der Thonerde und des Eisenoxyds. Alles als Silikat enthaltene Eisen bleibt also, nebst der Thonerde, bei dem unlöslichen Rückstand, indem die Dolomitanalyse

nur die ursprünglich als kohlensaures Salz enthaltene Eisenmenge angibt.

Die Beobachtung, die einen Gehalt an organischer Substanz in den grauen Dolomiten nachwies, machte ich leider erst nachdem die grösste Anzahl der Analysen bereits vollendet war, so dass der Gehalt an organischen Bestandtheilen quantitativ auch nur an ein paar Gesteinen bestimmt wurde, indem ich den Rückstand von der salzsauren Lösung auf ein bei 120° C. getrocknetes und abgewogenes Filtrum brachte, das vor dem Glühen aufs Neue getrocknet und gewogen wurde, worauf der Gewichtsverlust nach dem Glühen die Menge der organischen Substanz ergab. Dieser Gehalt an organischen Bestandtheilen ist, zumal in den grauen Dolomiten, nicht unbedeutend, welche augenscheinlich demselben ihre Färbung verdanken. Selbst die gelblichen Dolomite enthalten noch Spuren von organischer Substanz, ja sogar die kristallinischen Gesteine dieser Gruppe, wie denn auch die sie deckenden kristallinischen Kalksteine durchaus nicht frei davon sind. Der graue Dolomit vom Ojo-Pank und der Johannis-Kirche, an der Nordostküste Oesels, zeigt sein Pigment in kleinen, doch dem blossen Auge schon sichtbaren Fragmenten schwarzer, verkohlter Trilobitenschalen, die einerseits, bei abnehmender Kleinheit, eine gleichmässige aschgraue Färbung des Gesteins bewirken, während anderseits vollständige Individuen des *Encrinurus punctatus* und der *Calymene Blumenbachii* mit schwarzem, kohligem Schalenüberzug in demselben Gestein enthalten sind und alle daraus stammenden, an der flachen Meeresküste bei der Kirche Johannis in solcher Menge angeschwemmten Individuen dieser Arten denselben Ueberzug getragen haben, wovon noch häufige Spuren selbst an diesen gerollten Exemplaren sich erhalten zeigen.

Dieselbe Beobachtung machte ich an vielen andern grauen Dolomiten, deren organische Substanz bald von Trilobiten, bald von weichen Mollusken- oder andern thierischen Theilen herzurühren schien.

Die grauen, dichten Dolomite bilden in den Steinbrüchen stets die untern, vor der Einwirkung der Atmosphärilien geschützten Schichten. Nach oben verändern sie nach und nach ihre Farbe, durch Liegen an der Luft, in ein lichtes Gelb, eine Erscheinung, die auch an den kristallinischen Gesteinen in gleicher Weise beobachtet wird und darin ihre Erklärung findet, dass die färbende organische Substanz in dem Gestein vollends verwittert oder verwest und von den dasselbe durchdringenden Gewässern zum Theil ausgezogen wird, das Gestein verbleicht, während zugleich eine Oxydation des kohlensauren Eisenoxyduls zu Eisenoxydhydrat stattfindet, welches dem verblichenen Gestein seinen Stich ins Gelbliche oder selbst ins Bräunliche gibt. Diese grauen, mergeligen Dolomite besitzen die Eigenschaft viel Feuchtigkeit aufzunehmen und in sich festzuhalten, wodurch sie für die technische Benutzung als Bausteine nicht geeignet sind und den Namen der Wasserfliesse erhalten, eine Eigenschaft, die theils in ihrem Gehalt an fein zertheilter organischer Substanz, besonders aber wol in ihrem beträchtlichen Thongehalt (Thonerde- und Eisenoxydsilikaten, nebst freier Kieselerde,) begründet ist.

Es fragt sich nun, wenn die gelben Dolomite bloss durch einen eigenthümlichen Verwitterungsprocess, vermöge welches die organische Substanz zersetzt und zum Theil ausfiltrirt, das kohlensaure Eisenoxydul aber zu Eisenoxydhydrat umgesetzt wurden, aus den grauen Gesteinen hervorgehen, warum diese letztern in den Analysen stets einen so beträchtlichen Thongehalt zeigen, der in den gelben Dolomiten nicht

enthalten ist? so dass man in Versuchung gelangen könnte die Entfernung des Thones aus den obern Schichten mit der Verwitterung derselben Schichten in einen Causalzusammenhang bringen zu wollen. Die Sache erklärt sich aber vielleicht, wenn wir berücksichtigen, dass diese Gesteine einst als weiche, schlammige Massen den Meeresgrund bedeckten, dieser Dolomitschlamm aber eine solche Beschaffenheit haben konnte, dass er die feinen thonigen Theile durch seine Masse hindurchdringen liess, die dann in den untern Schichten des Gesteins sich ansammelten, welche ebendadurch einen mergeligen Charakter erhielten.

Die Entfärbung der grauen Dolomite durch Liegen an der Luft lässt sich übrigens in fast allen Steinbrüchen, wo ihre obern Schichten, als gelbe Bausteine, zum Behuf der Technik gewonnen werden, beobachten, überall wo senkrechte Felswände ein Schichtenprofil dieser Gesteine entblössen. Hier sieht man die nach ihren horizontalen Schichtflächen abgesonderten Gesteinbänke durch rechtwinkelig sie schneidende Klüfte in parallelipipedische Blöcke getheilt, und diese Blöcke lassen sehr oft noch einen das Centrum der Masse einnehmenden Kern von grauem Gestein beobachten, der, nach den Schichtungs- und Kluftflächen hin, in ganz scharfen, jenen Schicht- und Kluftflächen parallel laufenden Linien gegen ein völlig gleiches Gestein von gelblicher Färbung abgeschnitten ist. Jeder abgesonderte Gesteinblock wird nämlich von den das Gestein durchdringenden Gewässern zuerst und am kräftigsten von seinen äussern Begrenzungsflächen her angegriffen, wo daher die organische Substanz zuerst vollständig zersetzt und entfärbt wird, während das Centrum der Masse seine organischen Gemengtheile in jenem eigenthümlichen Zustande der Verkohlung, welcher die graue Färbung des Gesteins bedingt, am längsten

beibehält. In allen Steinbrüchen, die hinreichend tief sind, bilden graue Dolomite die Sohle der gelben, indem sie zugleich die Tiefe angeben, zu welcher der Steinbruch betrieben wird, da die grauen Schichten, wegen ihrer Hygroskopicität, als Wasserfliesse untauglich, nicht abgebaut werden. An der Grenze der beiden verschieden gefärbten Gesteine, sieht man den allmäligen Uebergang aus dem einen ins andere, ganz in der angegebenen Weise, durch grau und gelb gezeichnete Gesteinblöcke vermittelt, indem stets jede einzeln abgesonderte Gesteinmasse, von den sie begrenzenden Kluftflächen her nach und nach ins Innere vordringend, entfärbt wird und die Begrenzungsflächen des grauen und gelben Gesteins in jedem Block scharf gezogen bleiben, eine centrale, der Configuration des Blocks im Allgemeinen parallele Masse grauen Gesteins einschliessend. Die Zersetzung und theilweise Entfernung der organischen Substanz und der von ihr bedingten grauen Färbung des Gesteins findet mithin durchaus in derselben Weise statt, wie etwa ein Austrocknen grösserer Gesteinmassen, wo ebenfalls jeder einzelne, durch Kluftflächen begrenzte Block von diesen her zuerst von seiner Feuchtigkeit befreit werden wird.

Dieser im Innern der Gesteine stattfindende Verwitterungs- oder richtiger Verwesungsprocess der organischen Substanz übt zugleich seinen wirksamen Einfluss auf den Erhaltungszustand der Petrefakten in denselben. Die organischen Reste nämlich, die in den untern, vor der Einwirkung der Atmosphäre geschützten Lagen der grauen Dolomite enthalten sind, zeigen sich darin trefflich erhalten, wie dies z. B. die Petrefakten von der Küste bei Johannis, aus den grauen, vom Meere unterwaschenen Dolomitschichten derselben Küste stammend, sehen lassen. Sind dagegen diese Dolomite der Einwirkung

der Atmosphärilien ausgesetzt, so geht in ihnen ein fortdauernder Zerstörungsprocess der kalkigen Molluskengehäuse und Korallen vor sich, indem die das Gestein durchdringenden Gewässer zuvörderst die Zersetzung der organischen Substanz hervorrufen und sodann, die bei solcher sich entwickelnde freie Kohlensäure aufnehmend, die Kalksubstanz der organischen Gehäuse in zweifach kohlensauren Kalk umwandeln und, als solchen, nach und nach aus der Gesteinmasse entfernen. Zugleich mit diesen Kalkgehäusen, wird auch ein kleiner Theil des kohlensauren Kalks der Dolomitmasse mit aufgelöst, wodurch ein entsprechender Theil kohlensaures Eisenoxydul, nicht mehr im elektrischen Gegensatz gehalten, aus dem Bestand des Dolomit tritt und sofort in Eisenoxydhydrat umgewandelt wird, seine Kohlensäure aufs Neue zur Sättigung des atmosphärischen Wassers in dem Gestein und zur Auflösung seiner Kalktheile hergebend. Alle diese Umstände haben zur Folge, dass in denjenigen grauen Dolomiten, die eine längere Zeit hindurch der Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt gewesen sind, die organischen Reste mehr oder weniger ihrer Schalen beraubt und in Steinkerne umgewandelt wurden, wie z. B. in den Gesteinen von Fennern. Vollends zerstört finden sie sich aber in den gelblichen Dolomiten, in welchen der Verwesungsprocess der organischen Substanz bereits vollendet ist; hier werden nur selten einige kalkige Schalen angetroffen; fast immer sind die Petrefakten als reine Steinkerne darin enthalten, wobei ihre Flächen oft einen feindrusigen Ueberzug von Dolomitkristallen erhielten, indem in der Folge, nachdem der Verwesungsprocess der organischen Bestandtheile, sowie die Entfernung alles kohlensauren Kalkes der Molluskengehäuse vollendet ist, die Kohlensäure des atmosphärischen Wassers auf die schwerer lösliche Dolomit-

masse selbst einwirkt, welche, in geringer Menge aufgelöst, die durch Zerstörung der Kalkschalen entstandenen Höhlungen mit Kristallüberzügen bekleidet.

Zuweilen, obschon nicht häufig, werden unter den dichten Dolomiten auch solche angetroffen, die, in Hinsicht ihrer Färbung, zwischen grau und gelb gefärbten Gesteinen die Mitte halten, indem sie, selbst in ihren untersten Lagern, kaum einen Stich ins Grauliche bemerken lassen. In diesen Gesteinen ist der Gehalt an organischer Substanz schon ursprüglich ein so geringer gewesen, dass sie keine Färbung durch solchen erhielten. Von dieser Beschaffenheit ist unter Andern der Dolomit von Kuigaug, dem bedeutendsten der Steinbrüche Oesels, in seinen untern Schichten ein graulichweisses, dichtes Gestein, ohne eine Spur von organischen Einschlüssen, auf seiner Lagerstätte so weich, dass es mit dem Beile sich bearbeiten lässt, an der Luft aber, durch Eintrocknen der feuchten thonigen Bestandtheile, bedeutend erhärtend. Dieser Dolomit führt einen mittlern Gehalt von etwa 11 Procent an unlöslichen Bestandtheilen, denen er immerhin schon die Eigenschaft verdankt an der Luft zu verwittern, wogegen die daraus gearbeiteten Gegenstände durch einen Oelfirniss oder auch schon durch einen Kalkanstrich in Etwas geschützt werden können, wie denn alle Werstweiser auf Oesel, aus diesem Dolomit gehauen, einen Kalkanstrich erhalten, der alljährlich erneuert werden muss.

Die dichten Dolomite lassen, wie schon bemerkt, einen vielfachen unmerklichen Uebergang in kristallinische Varietäten beobachten, wobei das Gestein, bei splitterigem Bruch, zuweilen eine namhafte Härte erlangt.

Dichte, wie kristallinische Dolomite nehmen in einzelnen, oft mächtigen Schichtengruppen, unbeschadet ihrer Festigkeit,

eine poröse oder cavernöse Struktur an, die ihren Felsmassen an der Oberfläche ein äusserst rauhes, zerfressenes Ansehen gibt. Dieser poröse Dolomit bildet, namentlich auf Oesel, Moon und in einem Strich an der Küste von Werder, nach Leal hin, eine 10 bis 30 Fuss mächtige Schichtengruppe kristallinischen, äusserst festen Gesteins, das über dichten, grauen oder gelben, compakten Dolomiten abgelagert ist. Die ganze Westhälfte von Moon wird von diesem porösen Dolomit gebildet, der, eben so wie auf dem gegenüberliegenden Festlande, bis jenseits der Kirche Haneel, dicht unter einer dünnen Rasendecke, die eine äusserst magere Vegetation trägt, oft auch gänzlich fehlt, in söhlig ausgebreiteten Platten und niedrigen Klippen von rauhem, zerfressenem Ansehen, zu Tage liegt. Seine beträchtliche Härte machte dieses Gestein geeignet der zerstörenden Wirkung der Meereswogen Widerstand zu leisten, und man findet es daher in felsigen Vorgebirgen an der Küste ausgehen, wie an der NWspitze von Werder, wo seine Klippen die Ruinen eines alten Ritterschlosses tragen, und an der Felsenküste des Ojo-Pank, unweit der Johannis-Kirche, auf Oesel. Besonders lehrreich aber ist sein Vorkommen auf Moon, worauf wir später zurückkommen werden. In dem Steinbruch von Kuigaug, auf Oesel, sieht man, in entsprechender Weise, die obern Schichten des dichten, compakten Dolomit von einem sehr porösen und cavernösen Gestein derselben Gruppe gedeckt; bei Kidimets, auf Oesel, bildet ein cavernöser Dolomit das Bette eines Baches, der zwischen offenen Klüften in diesem Gestein verschwindet, um erst ein paar Werst weiter wieder an die Oberfläche zu treten; zu Piddul, an der NWküste Oesels, ist ein eben solcher Dolomit als Baustein zu Säulen verwandt worden, wo er das poröse Ansehen eines Kalktuffs

zeigt. Kurz, poröse Dolomite nehmen auf dem ganzen bezeichneten Flächenraume ihre Stelle über compakten Gesteinen derselben Gruppe ein.

In der dritten Abtheilung unserer Dolomite stellen wir endlich diejenigen Varietäten derselben zusammen, die durch ihre concretionären Kieseleinschlüsse ausgezeichnet sind, in deren Begleitung nicht selten Thoneisennieren bemerkt werden. Sie fanden sich bisher nur unter den Gesteinen am Nordrande Livlands und dem angrenzenden Strich Ehstlands, in den Gegenden von Oberpahlen, Pajus, Addafer, Ruttigfer u. a., bis gegen Laisholm hin. Die Kieselerde ist in sphäroidischen Knollen oder in unregelmässig gestalteten Massen ausgeschieden, die bald sporadisch in dem Gestein zerstreut, bald lagenweise zwischen seinen Schichtflächen abgelagert sind; oder sie bildet compakte, zusammenhängende Gesteinlagen zwischen den Dolomitschichten, oder endlich sie findet sich als Versteinerungs- und Ausfüllungsmasse verkieselter Molluskengehäuse und Polypenstämme, indem alle in solchen Dolomiten enthaltene organische Reste verkieselt sind, wobei deren Schalensubstanz entfernt, der leer gewordene Raum aber von Kieselmasse mehr oder weniger vollständig eingenommen wurde; auch ist hier die eigenthümliche, von L. v. Buch geschilderte Art der Verkieselung [1]), indem Systeme concentrischer Kieselringe an und neben einander sich gruppiren, die Form der harten Schalenbedeckung wiedergebend, oft sehr schön und deutlich zu beobachten. In der Regel findet sich auch die innere, ursprünglich von den Weichtheilen des organischen Körpers eingenommene Höhlung von Kieselmasse ausgefüllt, und selbst das umgebende Gestein

1) S. dessen Abhandlung „über Silification organischer Körper".

im Umkreise des enthaltenen Petrefakts zeigt sich oft mehr oder weniger mit Kieselerde gemengt oder als fast reine Kieselmasse. Das Ansehen der Kieselsubstanz in diesen Ausscheidungen ist sehr verschieden; in grössern Knollen oder dickern Gesteinlagen findet man die nach dem Centrum des sphäroidischen Körpers, oder in der Mittellinie der Schicht, gelegene Kieselsubstanz am reinsten, von dem Ansehen eines graulichen oder bläulichen Feuersteins, oder selbst eines bläulichen, kantendurchscheinenden Chalcedons; weiter vom Centrum entfernt, wird die Masse weiss und verliert Glanz und Durchsichtigkeit, bis sie endlich, gegen die Periphärie hin, einen erdigen Bruch und völlig kreideartiges Ansehen gewinnt, an der Periphärie selbst gewöhnlich von einem rauh anzufühlenden, unter den Fingern zerreiblichen, pulverigen Ueberzug bedeckt. Kleinere Kieselmassen haben oft durchweg eine kreideartige Beschaffenheit. Man beobachtet deutlich, dass die Kieselmasse da am reinsten ist, wo sie mit grösserer Schwierigkeit infiltrirt wurde, also im Innern der Knollen und Platten, so wie in solchen Höhlungen organischer Körper, deren Wandungen sie erst zu durchdringen hatte, um die innere Höhlung auszufüllen, so z. B. im Innern der Siphonen des *Orthoceras cochleatum*, die so häufig verkieselt auf den Feldern der Umgegend von Fennern gefunden werden; die ganze innere Höhlung dieser Siphonen ist von sehr reiner, grauer oder bläulicher Hornstein- oder Chalcedonmasse ausgefüllt, die oft kleine Höhlungen zeigt, deren Wandungen von der Kieselsubstanz in traubigen und nierförmigen Gestalten begrenzt sind; nicht selten findet man diese traubigen Chalcedongestalten von einem drusigen Ueberzug kleiner, weisser, durchsichtiger Quarzkristalle bekleidet, wie dergleichen Ueberzüge auch in den Höhlungen der Hornsteinlagen, wie in den Zwi-

schenräumen aneinanderliegender Pentamerenschalen, denen sie gleichsam als Bindemittel dienen, oft gesehen werden. Alle diese Umstände weisen auf eine allmälige und langsame Ausscheidung von Kieselsubstanz innerhalb eines heterogenen Mediums hin. An eine organische Entstehung dieser Kieselmassen möchte hier kaum zu denken sein; auch habe ich darin mehrmals, doch stets vergeblich nach Infusorien gesucht. Was die verschiedene Beschaffenheit der Kieselsubstanz im Innern und nach der äussern Oberfläche der Massen hin betrifft, so rührt diese einzig von dem Umstand her, dass die Kieselerde, einzelnen Anziehungspunkten, Anziehungslinien oder -Flächen gleichartiger Theilchen folgend, in diesen am reinsten sich ausschied, während sie, weiter von diesen Punkten entfernt, nach und nach mit der Masse des umgebenden Mediums, hier also mit Dolomitmasse, sich mengte; dies beweisen nicht nur der Augenschein, sondern auch einige Analysen von dergleichen Kieselmassen, die ich der gütigen Mittheilung des Hrn. Prof. Petzholdt verdanke, von dem wir eine grössere Arbeit über den Process der Silicification organischer Körper in Kurzem zu erwarten haben. Nach diesen Analysen besteht ein sphäroidischer Hornsteinknollen aus dem Dolomit von Addafer, im Centrum seiner Masse, aus:

Kieselerde	98,83
Thonerde und Eisenoxyd, nebst Spuren von kohlensaurem Kalk	1,17
	100,00.

Derselbe, an der Periphärie der Masse, aus:

Kieselerde	81,15
Kohlensaurem Kalk, nebst Spuren von Thonerde und Eisenoxyd	11,01
Kohlensaurer Magnesia	7,84
	100,00.

Die weisse, kreideähnliche Ausfüllungsmasse der Petrefakten im Dolomit von demselben Fundort enthielt:

Kieselerde	97,38
Thonerde, mit kohlensaurem Kalk und Spuren von Eisenoxyd	2,08
Kohlensaure Magnesia	0,54
	100,00.

Neben diesen Kieseleinschlüssen, die in manchen Dolomiten einen nicht unbeträchtlichen Theil der Gesteinmasse ausmachen, enthalten dieselben Gesteine, jedoch in viel geringerer Menge, sporadisch zerstreute, etwa haselnuss- oder wallnussgrosse sphäroidische Knollen eines erdigen, ocherartigen, braunen Thoneisensteins.

Wenn wir nun die Masse dieser kiesel- und thoneisenhaltigen, meist kristallinischen Dolomite mit derjenigen der dichten, mergeligen Dolomite ohne jene Einschlüsse vergleichen, so finden wir solche im Wesentlichen nur dadurch unterschieden, dass die Substanz des in Säuren unlöslichen Rückstands, den uns die Analysen der kieselfreien, grauen Dolomite in so beträchtlicher Menge ergeben, und die wir aus freier Kieselerde, nebst Thonerde und Eisensilikaten bestehend wissen, in den Kieseldolomiten ihre einzelnen Bestandtheile zum grossen Theil in concretionären Massen innerhalb der Dolomitmasse ausgeschieden hat, die Kieselerde in Nestern und Lagen von Horn- und Feuerstein, Thonerde und Eisenoxyd, in viel geringerer Menge enthalten, als Thoneisenstein, so, dass wenn wir eine Masse concretionären kiesel- und thoneisenhaltigen gelben Dolomits von dem Volumen etlicher Kubikklafter zu analysiren vermöchten, eine solche Analyse, bis auf die organischen Bestandtheile, uns durchaus die Zusammensetzung eines grauen, mergeligen Dolomits ohne jene Einschlüsse

ergeben würde. Es gäbe sogar ein Mittel den Versuch mit Leichtigkeit praktisch auszuführen; wenn wir nämlich eine grössere Quantität von dem zu Kalk gebrannten Kieseldolomit, — und er wird, in Ermangelung eines bessern Gesteins, vielfach dazu verwandt, — in seinem Kalkmehl möglichst genau durcheinandermengen und eine Probe davon analysiren, so muss uns eine solche Analyse, wenn Kalk, Magnesia und ein kleiner Theil des Eisenoxyds, nach Verhältniss, als kohlensaure Salze, ein Theil der Kieselerde aber, mit den entsprechenden Quantitäten Thonerde und Eisenoxyd, zu Silikaten berechnet werden, die Bestandtheile eines grauen, mergeligen Dolomits in demselben quantitativen Verhältniss ergeben. Daraus aber dürfen wir vielleicht weiter schliessen, dass die dichten, kieselfreien und die concretionären Kieseldolomite ursprünglich als gleiche Massen niedergeschlagen wurden, diese letztern aber später, und höchst wahrscheinlich noch als weiche Massen auf dem Meeresgrunde, eine Einwirkung erfuhren, in Folge deren, innerhalb der kristallinisch erstarrenden Gesteinmasse, die der Dolomitspecies fremden Bestandtheile in concretionärer Gestalt sich aussonderten. Welcher Art diese Einwirkung gewesen sei, dies wollen wir einstweilen dahingestellt sein lassen; so viel jedoch ist sicher, dass das Agens, durch dessen Wirkung unsere Dolomite und Kalksteine ein kristallinisches Ansehen erlangten, jedenfalls nicht plutonischer Natur gewesen ist, da wir kristallinische Dolomite und Kalksteine, im ganzen Gebiet der Formation, häufig über dichten, grauen Dolomiten abgelagert finden, welche letztern nicht nur ihren dichten Aggregatzustand behielten, sondern auch durch den Erhaltungszustand ihrer organischen Reste jeden Gedanken an eine plutonische Einwirkung auf diese Gesteine entschieden zurückweisen. Der graue, dichte Dolomit von Root-

sikiill, an der Westküste Oesels, zeigt uns die choriondünne, membranöse Hülle des *Eurypterus remipes* Dekay völlig unverändert, nicht nur in ihren chemischen Bestandtheilen, als reine Chitinmasse, wie sie an den Schalen lebender Crustaceen gefunden wird, sondern auch in ihrem ganzen innern mikroskopischen Bau und mit ihrer ursprünglichen, dem lebenden Thiere eigenen, braunen Färbung erhalten. Die geringste Einwirkung plutonischer Kräfte, oder auch nur heisser Dämpfe irgend einer Art auf das Gestein, in welchem diese Reste enthalten waren, hätte, wenn eine Erhaltung der zarten Hülle noch möglich geworden wäre, zum Wenigsten doch deren ursprüngliche Färbung in irgend einer Weise alteriren müssen. Dieser Dolomit gehört aber zu der untern Gesteingruppe, die von kristallinischen Kalksteinen gedeckt wird, deren Steinbrüche rundum in der Nähe umherliegen.

An accessorischen Mineraleinschlüssen enthalten unsere Dolomite wenig Erhebliches. Auf Klüften und Höhlungen findet sich zuweilen Kalkspath in dünnen Schnüren oder kleinen Drusen ausgeschieden. Das ausgezeichnetste Vorkommen dieser Art bieten die untern Schichten am hohen Küstenabsturz des Mustel-Pank, an der Nordküste Oesels, wo Kalkspath Drusenräume im grauen, dichten Dolomit ausfüllt; das Bemerkenswerthe an diesen Drusen ist, dass sie eine Bildung des Minerals in zwei Absätzen beurkunden, nämlich eine ältere, rhomboedrische, welche die Wandungen der Höhlungen im Gestein mit Kristallen bekleidete, und eine jüngere, skalenoedrische, deren Kristallen die schon gebildeten Drusen als Ansatzflächen dienten. Beide zeigen einen weissen, mehr oder weniger durchscheinenden, farblosen Kalkspath, sind aber in ihren Kristallformen, wie ihrem Habitus sehr verschieden. Die Kristalle jener ältern Bildung lassen

als herrschende Form das zweite Rhomboeder von halber Axenlänge, — $\frac{1}{2}$ R., sehen, an welchem zuweilen noch kleine Flächen des entsprechenden ersten Rhomboeders, oder auch, seltener, des Grundrhomboeders hinzukommen; die herrschenden Rhomboederflächen sind, ihrer kürzern Klinodiagonale nach, fein gestreift und braungelblich, mit schwachmetallischem Schimmer, angelaufen. Auf diesen Kristallen finden sich nun, meist nur locker aufsitzend, skalenoedrische Kristalle, deren Flächen glatt und glänzend erscheinen und nicht angelaufen sind; sie zeigen die Combination eines Skalenoeders, mit einem sehr spitzen und einem stumpfen Rhomboedern und dem Prisma der Grundreihe, $R.^3$ — 4 R. ∞ R. — $\frac{1}{2}$ R., die Flächen der letztern Gestalt gewöhnlich klein, nach der Klinodiagonale fein gestreift, doch nicht angelaufen, zuweilen gewölbt [1]).

Nächst dem Kalkspath, findet sich Schwefelkies hin und wieder im Gestein eingesprengt oder in kugeligen Knollen enthalten, deren Oberfläche zuweilen durch hexaedrische Kristalle drusig erscheint; nicht selten sind mehrere Kugeln der Art mit einander verwachsen. Der graue Dolomit an der Küste bei der Kirche Johannis, die untern Schichten des Mustel-Pank, der Felsenküste von Hoheneichen und anderer Lokalitäten zeigen dergleichen Vorkommnisse, die im Uebrigen wenig Bemerkenswerthes bieten.

Ein viel grösseres Interesse dagegen gewährt das Vorkommen von Asphalt in den Schichten dieser Abtheilung, welches von Eichwald im Linden'schen Steinbruch, etwa 10 W. südwestlich von Hapsal, nachgewiesen wurde[2]). Das Mi-

---

1) Die Entwickelung der Combination beruht nur auf dem Habitus, nicht auf einer Messung der Kristalle.

2) Eichwald, Urwelt Russlands, Heft II. S. 17.

neral findet sich in kleinen Nestern und dünnen Schnüren in den Höhlungen und Klüften eines feinkörnig-kristallinischen, gelben, dolomitischen Kalksteins, der nach den untern Teufen zu in Bänke dichten, grauen Gesteins übergeht. Kalkspath oder Quarz bekleiden mit dünnen Kristallüberzügen die Wandungen kleiner Höhlungen und schmaler, in allen Richtungen sich kreuzender, kurzer Klüfte im gelben Gestein der obern Schichten; der Asphalt findet sich als Ueberzug dieser Drusen, in den von ihnen umschlossenen Höhlungen ein, immer nur in sehr geringer Menge, in Schnüren deren Dicke kaum eine oder zwei Linien beträgt; ein Asphaltnest von Zolldicke und etliche Zoll lang ist die grösste Masse, die ich aufzufinden vermochte. Selten nimmt auch ein gelblicher Dolomit von der Farbe des Nebengesteins, in kleinen Kristallen, mit Kalkspath und Quarz, an den Ueberzügen derHöhlungen theil, wie denn überhaupt Drusen kleiner Dolomitkristalle in den kristallinischen Schichten des dolomitischen Kalksteins häufig sind.

Einen zweiten Fundort des Asphalt, von Oserskу zuerst erwähnt [1]), liefert der Steinbruch bei der Pallokülla-Kapelle, auf Dagö, wo jedoch das Mineral noch sparsamer vorkommt, nur in sehr dünnen Schnüren, die keine Linie im Durchmesser halten, oder meist nur als Ueberzug und Anflug auf feinen Haarklüften entdeckt wird. Trotz der Feinheit dieser Schnüre, lässt sich auch hier kohlensaurer Kalk als steter Begleiter des Asphalt nachweisen, indem er den unmittelbaren Ueberzug der Kluftwandungen abgibt. Das Muttergestein ist ein eigenthümlicher, hornsteinähnlicher, dichter, grauer oder graubräunlicher Kalkstein, von ausgezeichnet muscheligem Bruch, der in sanft geneigten Schichten zu Tage ausgeht. [2])

Was die Bildung dieser Asphaltmassen betrifft, so

1) Oserskу, Umriss des nordwestl. Ehstl., S. 26.

2) Noch ein dritter Fundort, von Oserskу genannt, „in der Umgegend

möchte man glauben, dass organische, fein zertheilte Stoffe, zugleich mit mineralischen Lösungen, in die Höhlungen und Klüfte der Gesteinmasse infiltrirt wurden, an deren Wandungen die Mineralsubstanzen sofort kristallinisch sich absetzten, wodurch den organischen Stoffen jede fernere Communication mit dem Nebengestein abgeschnitten war, die nun, durch eine langsame Zersetzung in sich selbst, in Asphaltmasse umgewandelt wurden. Dass diese organischen Theile vegetabilischen Ursprungs gewesen sein müssen, etwa von zarten Fucoiden herrührend, die keine andere Spuren ihres Daseins in dem Gestein hinterliessen, kann daraus gefolgert werden, dass der Asphalt von Linden, nach einer Untersuchung von Prof. Schmidt, keine Spur von Stickstoff enthält.

In demselben dolomitischen Kalkstein des Linden'schen Steinbruchs, führt Osersky auch noch Schwefel „von hellgelber Farbe, in runden Massen" an[1]), die ich jedoch, trotz eifrigen Suchens danach, nicht habe ausfindig machen können.

Schliesslich haben wir noch eines „grauen, ziemlich grobkörnigen" und „zu losem Sande zerfallenden Sandsteins" zu gedenken, der, nach Engelhardt[2]), die Basis der Pentameren führenden Dolomite bildet, indem er bei Noistfer, in Mittel-Ehstland, am Südabfalle des centralen ehstländischen Höhenzuges, oder der west-östlich verlaufenden Haupt-Wasserscheide des Landes, zu Tage ausgeht. Dieser Sandstein, dessen auch Pander[3]) aus einer Gegend nordwest-

---

des Ningalep'schen Pastorats, auf Dagö", ist nicht zu ermitteln, da ein Pastorat dieses Namens auf der Insel nicht gefunden wird und von den Predigern daselbst Keiner über den Namen eine Auskunft zu geben wusste. Es ist derselbe vielleicht durch einen Schreibfehler aus Pühalep hervorgegangen, obschon ich auch in den Katksteinen von Pühalep keinen Asphalt bemerkte.

1) Osersky, a. a. O. S. 24.

2) v. Engelhardt, a. a. O. S. 6.

3) In MVK., Geol. d. europ. Russl. (in d. deutschen Uebersetzung), S. 61.

lich von Weissenstein erwähnt, möchte vielleicht schon den untern silurischen Schichten angehören; doch ist von keinem der genannten Beobachter etwas Genaueres über das Vorkommen gesagt worden.

Auch jener feinkörnig-kristallinische, gelbe, Asphalt führende dolomitische Kalkstein des Linden'schen Steinbruchs, bei Hapsal, dessen Analyse in der Nr. 13 unserer Uebersicht gegeben wurde, ist, nach einer gewissen Aehnlichkeit, die er, bei oberflächlicher Vergleichung, mit einem Sandstein besitzt, von Eichwald als solcher genannt worden [1]); schon Osersky bemerkt, dass dieses Gestein kein Sandstein sei [2]), bezeichnet es jedoch als einen „sandhaltigen Kalkstein", was durch die Analyse ebensowenig gerechtfertigt erscheint. Eine ähnliche Bewandniss, wie mit diesem Gestein von Linden, mag es auch mit dem gleichfalls von Eichwald, aus Nachrichten, die ihm zu Theil wurden, erwähnten [3]) Sandstein von Merjama haben; zum Wenigsten vermochte ich an dem genannten Ort nirgends einen Sandstein zu entdecken, sondern fand in mehrern Steinbrüchen nur einen festen, schönen, dichten Kalkstein von muscheligem Bruch, Cypridinen einschliessend, der als Baustein gebrochen und zuweilen weit verführt wird.

2. Obere oder Kalksteingruppe.

Wie die Gesteine der eben betrachteten untern Schichtengruppe fast ausschliesslich Dolomite sind, so werden die der obern Abtheilung dagegen von Kalksteinen mit einem, nach Verhältniss, nur geringen Gehalt an kohlensaurer Magnesia gebildet. Ein Uebergang aber zu den Dolomiten wird,

1) Eichwald, Urw. II. S. 16.
2) Osersky, a. a. O. S. 24.
3) Eichwald, a. a. O. S. 18.

in chemischer Beziehung, auch hier durch dolomitische Kalksteine mit einem stärkern, 10 bis 12 Procent betragenden Gehalt an kohlensaurer Magnesia vermittelt, und diese Mittelgesteine zwischen Dolomiten und Kalksteinen

№	Fundort der Gesteinprobe.	$\dot{Ca}\ \ddot{C}$.	$\dot{Mg}\ \ddot{C}$.
1.	Grauer, körniger Kalkstein, mit *Cyathocrinus rugosus* Müll., von Kasty, unweit östlich von Arensburg	93,07	4,63
2.	Grauer oder gelblicher, körniger Kalkstein, mit *Stromatoporen, Murchisonia cingulata* u. and.; Schichten über grauem Dolomit, von Pechel und Läppik, unweit nördlich von Arensburg	91,78	5,03
3.	Grauer, dichter Kalkstein, von muscheligem Bruch, in geneigten Schichten ausgehend, bei Pallokülla-Kapelle, auf Dagö[2])	95,06	0,60
4.	Grauer, dichter, mergeliger Kalkstein, mit *Aulopora serpens*, unterste Schichten an der Felsenküste bei Ficht, SWküste der Insel Oesel	75,25	6,16
5.	Graulicher, dichter, mergeliger und dolomitischer Kalkstein, mit *Pentamerus oblongus*, von Nudi-Gesinde, unweit Raiküll, in Süd-Harrien . . .	76,67	10,14

Wird das Eisenoxyd als kohlensaures Eisenoxydul, wie es zweifelsohne in dem Gestein enthalten ist, berechnet, und die unlöslichen Bestandtheile abgezogen, so ergibt sich, als wesentliche Zusammensetzung,

	Ana. 1.	2.	3.	4.	5.
$\dot{Ca}\ \ddot{C}$.	94,47	93,25	98,87	91,03	86,70
$\dot{Mg}\ \ddot{C}$.	4,70	5,11	0,62	7,45	11,47
$\dot{Fe}\ \ddot{C}$.	0,83	1,64	0,51	1,52	1,83

1) Was die Form der Tabelle betrifft, verweise ich auf die Anmerkung zu der Tabelle S. 16.

2) Die Analysen Nr. 3 u. 4 verdanke ich dem Hrn Mag. Brinkmann.

nehmen gewöhnlich auch in ihrer Lagerung eine entsprechende Stellung an der Grenze zwischen den Dolomiten und Kalksteinen ein. Ein paar Analysen, die ich anstellte, geben folgende Zusammensetzung der Gesteine dieser Gruppe.

$\dot{Fe}\,\bar{C}$, aus dem Eisenoxyd.	Eisenoxyd, ursprünglich als $\dot{Fe}\,\dot{C}$.	Silikate der Thonerde und des Eisenoxyds, in Säuren unlöslich.	Organische Bestandtheile.	Summe.	Bemerkungen [1].
0,81	0,56	1,36	. . .	99,62	
1,95	1,12	1,53	. . .	99,46	Nebst Manganoxyd = 1,23, Thonerde = 0,34 und Spuren von Phosphorsäure.
0,49	0,34	1,73	0,03	97,76	Nebst Spuren von Thonerde, Manganoxyd und Phosphorsäure.
1,26	0,87	16,23	0,06	98,57	
1,95	1,12	12,13	. . .	100,06	

Diese Kalksteine sind, ihrem lithologischen Charakter nach, als **kristallinische** und **dichte Kalksteine**, als **thonige Kalkmergel** und **dolomitische Kalksteine** zu unterscheiden.

Der **kristallinische Kalkstein** besitzt körnigen, bei sehr feinkörniger Zusammensetzung ins Grob- und Feinsplitterige, bis Dichte oder Erdige sich verlierenden Bruch und, in den reinern Varietäten, eine namhafte Härte. Er ist gewöhnlich gelblich- oder graulichweiss und hellgrau gefärbt, seltener dunkelgrau und diese letztere Farbe, durch Verwit-

terung, in ein schmutziges Braungelb übergehend. Oft wird das Gestein von mehr oder weniger wohlerhaltenen Petrefakten erfüllt und zeigt sich namentlich zuweilen in seiner ganzen Masse fast ausschliesslich von Korallen zusammengesetzt, die zu einem äusserst festen, feinkörnigen, sacharoidischen Marmor umgewandelt sind, wobei die äussere Form der Polypenstämme meist vollständig erhalten blieb, während deren innere Struktur, ohne Hülfe einer künstlichen Schleifung, nur wenig kenntlich ist. Diesen Charakter trägt, unter Andern, der Küstenkalk an der Felsenküste bei Hoheneichen, Westküste Oesels, wo er ein wahres Korallenriff darstellt, von Millionen an einander gereihter sphäroidischer Stämme der *Stromatopora polymorpha* gebildet, die zum Theil eine bedeutende Grösse erreichen, und in ihren Zwischenräumen verzweigte Formen der *Calamopora polymorpha* aufnehmen, während ihre Oberfläche zuweilen von der kriechenden *Aulopora serpens* in zierlichen Gruppen bedeckt wird. Ein ähnlicher Stromatoporenkalk bildet die obersten Schichten auf den Steinbrüchen von Unimäggi, Läppik und Pechel, nördlich von Arensburg. In andern Kalksteinen von entsprechender Stellung, wie bei Raiküll, in Süd-Harrien, herrschen in ähnlicher Weise die *Calamoporen* in ihren wechselvollen Gestalten, gleichfalls in feinkörnigen weissen Marmor umgewandelt, wie man sie in den Ebenen Livlands als Geschiebemassen so häufig verbreitet findet. Wie hier die Korallen herrschen, so ist dagegen der mit vielen mergeligen Zwischenlagen durchflochtene kristallinische Kalk von Lode, bei Arensburg, von einer Unzahl sehr schön erhaltener Brachiopodenschalen erfüllt, darunter nur hie und da die zarten Gestalten der *Calamopora fibrosa* Goldf. enthalten sind.

Was die graue Färbung der Kalksteine betrifft, so ist

solche, wie bei den Dolomiten, organischen sie durchdringenden Stoffen zuzuschreiben, die nur selten einem Gestein dieser Gruppe ganz fehlen möchten, daher die dunklern, an organischen Bestandtheilen reichsten Varietäten darunter, wie die Dolomite, an der Luft verbleichen und dunkelgrau gefärbte Gesteine eine braungelbliche Färbung erhalten. Man sieht diese Entfärbung, in ganz analoger Weise, wie wir bei den Dolomiten gezeigt haben, die Gesteine von ihren Aussenflächen her ergreifen, ins Innere abgesonderter Blöcke mehr oder weniger tief eindringen und endlich in ganzen Schichtengruppen vollendet, welche tiefer liegende graue Bänke desselben Gesteins bedecken.

In seltenen Fällen wird der körnige Kalk, indem er einen grössern Gehalt an kohlensaurer Magnesia aufnimmt, dolomitisch, was freilich vor der Hand durch direkte Analysen noch nicht nachgewiesen worden ist; indessen lässt der Kalkstein von Pichtenthal, einem Steinbruch in der Nähe des ausgezeichneten körnigen Kalksteins von Kasty (Nr. 1 der Tabelle), obschon diesem letztern sehr ähnlich, doch mit Säuren fast gar kein Aufbrausen bemerken, wobei er zugleich in seinem äussern Habitus dadurch einen besondern Charakter gewinnt, dass alle seine Molluskenschalen zerstört und die Wandungen der leer gewordenen Räume in drusigen Ueberzügen von Dolomitkristallen bedeckt sind, wie dies an den kristallinischen Gesteinen der Dolomitgruppe beobachtet wurde, während in den körnigen Kalksteinen der nur ein paar Werst davon entfernten Steinbrüche von Kasty die Brachiopodenschalen in vollständiger Erhaltung sich finden.

Einen ausgezeichneten kristallinischen Kalk von feinkörniger Zusammensetzung und namhafter Härte, mit nur sehr geringer Färbung ins Grauliche oder Gelbliche, und in gros-

sen, zusammenhängenden Platten von ansehnlicher Mächtigkeit brechend, besitzen vorzüglich einige Güter auf dem Festlande, wie Kawa, Saddoküll, Herianorm und Talkhof, an der Pödja (Nebenfluss des Embach) und einem rechten Zufluss derselben; ferner Saage, unweit Raiküll, im Jördenschen Kirchspiel Harriens, Merjama, Sipp, Pall, Schloss Lohde, in der östlichen Wieck, alle an Zuflüssen des Kassarien-Flüsschens gelegen, und viele andere. Diese Kalksteine werden in vielen Steinbrüchen theils als Bausteine ausgebeutet, besonders aber zum Kalkbrennen benutzt, wie denn der in Dorpat käufliche gebrannte Kalk zum grossen Theil von den Gütern an der Pödja geliefert wird.

Der dichte Kalkstein geht als lokale Abänderung aus dem körnigen hervor, in vielfältigen Uebergängen mit diesem verbunden. Indessen lässt der Kalkstein mancher Steinbrüche durchgängig diesen Charakter beobachten, der daher besonders hervorgehoben zu werden verdient. Er zeigt einen feinsplitterigen und dichten, ins Erdige einerseits, so wie anderseits ins Grobsplitterige und Körnige übergehenden Bruch; die reinern Varietäten lassen oft einen ausgezeichneten muscheligen Bruch sehen. Plattenförmige Absonderung in dünne, klingende Platten ist sehr gewöhnlich, und zuweilen die Platten in dünne Schiefer übergehend. Die reinern Varietäten zeichnen sich durch eine ansehnliche Härte aus. Das Gestein ist gelblich, röthlich, oder hellgrau gefärbt. Der graue, dichte Kalkstein lässt sich von einem ebenso gefärbten Dolomit meist durch ein dichteres Gefüge, muscheligen Bruch und grössere Härte erkennen; doch wird die Unterscheidung in den mergeligen Varietäten, nach den physischen Merkmalen allein, oft sehr schwierig, wenn nicht unmöglich.

Dsa Gestein ist zuweilen in seiner ganzen Masse durch-

flochten von Nestern oder unregelmässig begrenzten, concretionären Massen eines graulichen oder gelblichen, erdigen Mergels und geht auf Erstreckungen oft völlig in diese Mergel über; diesen Charakter tragen z. B. die Kalksteine in den Umgebungen von Saage und weiter westlich gegen Merjama und Sipp.

Der dichte Kalkstein erscheint bald mehr oder weniger rein, und bald mit thoniger Beimengung, die ihm eine grauliche Farbe und erdigen Bruch gibt, in der Regel als Begleiter des körnigen, indem beide Varietäten oft in einer und derselben Schicht mit einander so durchwirkt sind, dass die Bezeichnung des vorherrschenden Gesteincharakters unmöglich wird. In andern Fällen sondert sich der dichte Kalkstein selbständig in dünnen Lagen, oder mehr oder weniger mächtigen Schichtengruppen plattenförmig brechender Gesteine aus. Sehr häufig bilden dichte, plattenförmige Kalksteine die Basis, auf welcher Bänke körnigen Korallenkalkes abgelagert sind, der in solchem Fall, als ein festeres, weniger zerklüftetes und in mächtigeren Schichten zusammenhängendes Gestein, in überhängenden Felsmassen hervorragt.

Die Schichten von Hoheneichen, an der Westküste Oesels, in den Steinbrüchen dicht beim Gute, gehören dem dichten Kalkstein an, während der Korallenkalk an den felsigen Abstürzen der Meeresküste daselbst den körnigen Typus trägt. Der Cypridinen führende Kalkstein von Merjama ist gleichfalls dahin zu rechnen, und dasselbe Gestein findet sich bei Raiküll wieder, von einem körnigen Korallenkalk gedeckt. Nicht minder zeigen auch die Marmorlager an der Pödja Zwischenschichten dichten und feinsplitterigen Kalksteins. Er enthält in der Regel keine oder nur wenige Versteinerungen, während die körnigen Kalksteine von organischen Resten oft überfüllt sind.

Zuweilen wird der dichte Kalkstein dolomitisch, indem er einen Gehalt von 10 Procent und darüber an kohlensaurer Magnesia aufnimmt; dergleichen dolomitische Kalksteine scheinen bald durch lokale Verhältnisse des Meeres, in welchem sie ihre Entstehung fanden, bedingt, und bald einen besondern Zeitabschnitt in der Bildungsperiode der Schichten zu bezeichnen, in welchem die letzten Dolomitabsätze nach und nach den Charakter reiner kalkiger Niederschläge annahmen, und somit ein allmäliger Uebergang von den Gesteinen der unterliegenden Dolomitgruppe zu den sie deckenden Kalksteinen vermittelt wurde.

Durch thonige Beimengungen erhalten die Kalksteine, wie wir bereits bemerkten, ebenso wie die Dolomite der untern Gruppe, oft einen mergeligen Charakter; zuweilen werden diese thonigen Bestandtheile so sehr überwiegend, dass sie in lose, oder nur locker zusammenhängende thonige Mergel von erdiger Beschaffenheit übergehen, die jedoch nur in dünnen Lagen, zwischen den festen Gesteinschichten eingeschlossen, vorkommen. Sie sind grau, zuweilen bis schwärzlichgrau gefärbt und scheinen einen starken Gehalt an organischen Bestandtheilen zu führen; sie kleben an der Zunge, mit Thongeruch, und zeigen, mit Säuren befeuchtet, ein starkes Aufbrausen; durch Wasser werden sie in feinen Schlamm gelöst und diese Eigenschaft ist es, welche diese lockern Mergellagen für das Studium der Petrefakten der Formation besonders geeignet macht, indem sie, von den Gewässern aufgelöst, ihre organischen Reste freigeben, die gewöhnlich sehr schön erhalten, deren innere Struktur und Formen in dem genauesten Detail sehen lassen. Diesen Ursprung haben z. B. die schönen Petrefakten von Lode, unweit Arensburg.

Bemerkenswerth unter den Gesteinen dieser Gruppe ist eine eigenthümliche Kalksteinbreccie, die auf dem mehrfach genannten Linden'schen Steinbruch gefunden wird, ein Trümmergestein, das in einer Bindemasse von petrefaktenreichem körnigem Kalk eckige, oder nur wenig gerundete Bruchstücke eines dichten, gelblichen, petrefaktenleeren, dolomitischen Kalksteins eingebacken zeigt. Der Kalkstein der Bindemasse stimmt in seinen physischen Eigenschaften, wie in seinen organischen Einschlüssen, vollkommen mit dem körnigen Kalk der obersten, die dolomitischen dichten Kalksteine desselben Steinbruchs bedeckenden Schichtengruppe überein, welche letztern ihrerseits dem in den Bruchstücken derselben Breccie enthaltenen Gestein in allen Merkmalen gleichkommen. Ich zweifle daher keineswegs, obschon das Gestein nicht anstehend, sondern nur in häufigen Trümmerblöcken in dem Steinbruch angetroffen wurde, ihm seine Stelle als unterste Schicht des körnigen Kalkes, zwischen diesem und den unterliegenden Bänken dolomitischen Kalksteins anzuweisen.

Ein anderes breccienartiges Gestein, vielleicht von analoger Bildung, beobachtete ich in entsprechender Stellung, als oberste Schichtenlage, von nur geringer Mächtigkeit, über dem dichten Dolomit mit *Eurypterus* von Rootsiküll; hier sieht man geschiebeähnliche gerundete Bruchstücke dichten (dolomitischen?) Kalkes durch eine dem sehr ähnliche Kalkmasse verbunden und eingeschlossene Stämme von *Calamopora polymorpha* enthaltend, jedenfalls also dem unterliegenden Dolomit nicht angehörend, der, ausser dem *Eurypterus remipes* Dek., nebst einer andern, noch unbeschriebenen Art desselben Geschlechts und einigen noch zweifelhaften Resten, keine organischen Einschlüsse führt.

Ich habe endlich noch gewisser „dünngeschichteter, glimmeriger Sandsteine" zu gedenken, die, nach Panders Angabe [1]), die oberste Schichtengruppe der Insel Oesel bilden und von Murchison, Verneuil und Keyserling mit den obersten Ludlowgesteinen der brittischen Inseln parallelisirt werden, Gesteine, die mir selbst nirgends begegnet sind, von denen ich daher nicht weiter zu berichten weiss.

B. Lagerungsverhältnisse und geographische Verbreitung.

Eine allgemeine Ansicht von der Lagerung und dem relativen Alter der Gesteine, die uns beschäftigen, wird der Leser bereits aus der vorhergehenden Uebersicht derselben gewonnen haben. Dieser nachfolgende Abschnitt soll nun dazu bestimmt sein, eine kurze Schilderung der Gesteinlager einzelner, von dem Verfasser besuchter Lokalitäten, nebst daran geknüpften Erläuterungen zu geben, ebendadurch aber das gewonnene Bild anschaulicher hervortreten zu lassen. Zugleich werden die genaueren Verhältnisse der Lagerung, so wie die geographische Verbreitung der einzelnen Gesteine innerhalb des von uns umgrenzten Gebiets aus dieser Darstellung hervorgehen, welcher wir endlich einige Bemerkungen über die jüngern Meeresabsätze desselben Gebiets hinzufügen wollen.

Der äusserste Punkt, an welchem ich obersilurische Gesteine beobachtete, liegt bei Laisholm, etwa 40 Werst in gerader Linie NNW von Dorpat, an den Ufern der Pödja, eines Nebenflusses des Embach. Dicht beim Gute, sieht man, am rechten Flussufer, einen körnigen, ins Splitterige und

1) S. in MVK., Geol. des europ. Russl. (in d. deutschen Uebers.) S. 63.

Dichte übergehenden Kalkstein, von mergeligen Concretionen sehr verunreinigt, rissig und zerklüftet (daher zur technischen Anwendung untauglich); er enthält an organischen Resten eine ziemlich mannigfaltige Fauna; die *Cypridina baltica* (His.) liegt zuweilen in Menge auf den Schichtflächen; mit ihr beobachtet man die kleine *Umbonina battiformis* m., *Encrinurus punctatus* (Wahl.) findet sich nur in undeutlichen Schwanzschildern ein; ferner sind mehr oder minder häufig: *Terebratula crassicostis* (Dalm.), *rhomboidea* Phill. und *tumidula* (His.)?, *Orthis orbicularis* Sow., *Leptaena imbrex* (Pand.), *Cornulites vagans* m., Stiele und gefiederte Arme eines *Enkriniten, Calamopora polymorpha* Goldf., *Cyathophyllum Ceratites* Goldf. und besonders *Eschara scalpelliformis* Eichw., in Menge und schöner Erhaltung auf den Gesteinflächen liegend.

Die Verbindung dieses Kalksteins mit dem Dolomit ist hier nicht zu beobachten; verfolgt man aber das Flüsschen an seinem linken Ufer, so sieht man den Thalgrund durch mehrere Steinbrüche aufgeschlossen, die bald denselben Kalkstein in körnigen und dichten Varietäten, bald einen gelblichen Dolomit mit weissen, kreideartigen Hornsteinconcretionen zu Tage bringen; bei dem ansehnlichsten dieser Steinbrüche, etwa 2 W. vom Gute entfernt, bei einem Dorfe gelegen, beobachtet man deutlich die Auflagerung der Kalksteine auf dem Dolomit, der in seinen obersten Schichten ein kristallinisches Ansehen zeigt. Diese Dolomite von L a i s h o l m enthalten hie und da einige Petrefakten, die zwar nur als Steinkerne, doch oft recht wohl erhalten sich zeigen; darunter werden besonders Gasteropoden bemerkt, wie *Turritella trochleata* Münst., *Murchisonia cingulata* (His.), *Pleurotomaria undulata* Röm., mehrere kleine *Trochus*-Arten und Bruchstücke eines kleinen *Orthoceratiten.*

Weiter an der Pödja hinabwärts, so wie an einem rechten Zufluss derselben, in dessen Quellgebiet das Privatgut Kawa gelegen ist, herrschen, im Umkreise dieses Gutes, so wie bei Saddoküll, Herianorm und bis oberhalb Talkhof hinab, also bis 30 W. im NW von Dorpat, nur kristallinische Kalksteine der obern Gruppe, die in der Niederung und an den Flussufern häufig zu Tage liegen und in zahlreichen Steinbrüchen ausgebeutet werden. Zuweilen sind durch einen tiefer abgebauten Steinbruch die gelben Dolomitschichten blossgelegt worden, die man hier, wo ein besseres Material zur Hand liegt, nicht weiter benutzt, während der Dolomit von Laisholm zu Kalk gebrannt und zu diesem Behuf selbst auf die Güter der Nachbarschaft verführt wird. Die Mächtigkeit dieser obern Kalkschichten kann hier kaum 10 Fuss betragen. Sie enthalten die vorhin aufgezählten Thierreste, worunter ferner *Chonetes sarcinulata* Kon., *Orthis Asmusii* Vern., *Ptilodictya lanceolata* (Goldf.), *Fenestella antiqua* Lonsd., *Eschara? scalpellum* Sow. bemerkt werden. Ungemein häufig und charakteristisch für diese Schichten zeigt sich die schon vorhin genannte *Eschara scalpelliformis,* die auf der Oberfläche der Gesteinschichten ihre wohlerhaltenen zierlichen Formen sehen lässt; im Innern der Gesteinlagen, wird sie durch den Bruch im Längsdurchschnitt erhalten, wo sie einem Graptolithen der Gattung *Diplograpsus* täuschend ähnlich sieht. Unterhalb Talkhof verlieren sich die anstehenden Gesteine unter Schutt und Geröllemassen des Flussbettes.

Westlich von diesem Gebiet, breiten sich an der Pahle (Embachsystem) und im Quellgebiete der Nawast (Pernausystem) die gelben, in der Regel kristallinischen Dolomite mit Kieselconcretionen und Thoneisennieren aus. Ihre organischen

Reste sind, zuweilen in schöner Erhaltung, in Kieselmasse umgewandelt, meist aber sind sie zerstört und, da die zurückgelassenen Höhlungen von Dolomitkristallen überzogen wurden, unkenntlich; es sind besonders *Pentameren*, die ganze Schichten zusammensetzen, *Cypridina marginata* Keys. u. a. m. Ich kenne hier, theils aus eigener Anschauung an Ort und Stelle, theils aus Handstücken, die Gesteine von Oberpahlen, Woisek, Pajus, Addafer, Ruttigfer, Immofer, Pillistfer und Arrosaar. Den Dolomit von Addafer traf ich, trotz seiner dolomitischen Natur und seiner Kieseleinschlüsse, in der kalkarmen Gegend, bis in das Fellin'sche hin verführt, um zum Kalkbrennen benutzt zu werden.

In der Umgegend von Fennern, liegen im Flussbette und an den Ufern des gleichnamigen Flüsschens (Pernausystem) und seiner Nebenbäche graue, dichte, mergelige Dolomite, die nur selten einige Kieselknollen enthalten, zum Kalkbrennen völlig untauglich sind, an organischen Einschlüssen aber, nebst einigen Brachiopoden, wie *Pentamerus oblongus* Sow., *Terebratula reticularis* (L.), *Spirifer radiatus* Sow. und *ptychodes* Sow., besonders Cephalopoden führen, namentlich verschiedene Orthoceren, wie *Orthoceras imbricatum* Wahl., *pseudocalamiteum* Barr. und *bullatum* Sow., *Gomphoceras pyriforme* Morris, *Phragmoceras compressum* Sow. und *arcuatum* Sow.; ferner findet man den *Bellerophon dilatatus* Sow., so wie Arten der Gattungen *Turbo*, *Euomphalus* und *Pleurotomaria*; an Korallen dagegen nur wenig, wie *Aulopora tubaeformis* Goldf., *Eschara scalpelliformis* Eichw. und das zweifelhafte Geschlecht *Receptaculites infundibulum* n. sp. Alle diese Thierreste zeigen sich in einem Uebergang zu Steinkernen, indem man theils noch wohlerhaltene, theils mehr oder weniger zerstörte Schalen, meist aber

vollendete Steinkerne antrifft; so namentlich sind die einschaligen Mollusken fast nur in Steinkernen zu sehen. Als Geschiebe, auf den Feldern der Umgegend, werden häufig grosse und schön erhaltene Exemplare von *Harmodites ramulosus* Goldf., *Halysites labyrinthica* Br. und *catenulata* (L.) angetroffen, Exemplare, in welchen die Korallenstämme oft völlig von der Bergart befreit gesehen werden. Nicht minder häufig sind die verkieselten Siphonen des *Orthoceras cochleatum* Schloth. (s. oben S. 31). Diese Geschiebe gehören ohne Zweifel den kieselführenden Dolomiten im Quellgebiete des Pernauflusses.

Bei Kerkau, westlich von Fennern, einem Gute des Grafen Keyserling, ist von dessen Besitzer, unserem berühmten Paläontologen, unlängst, beim Durchstechen eines Grabens, ein Steinlager entdeckt worden, das einen feinkörnigen, gelben Dolomit zeigt, reich an organischen Resten, die alle als Steinkerne darin enthalten sind und insofern ein besonderes Interesse bieten, als darunter, nebst mehrern Species Trilobiten, wie *Calymene Blumenbachii* Brongn., *Encrinurus punctatus* (Wahl.), *Forbesia latifrons* M'coy, *Illaenus barriensis* Murch., *Lichas* sp., einigen *Orthoceren, Duomphalen* und Brachiopoden, eine ungewöhnliche Anzahl der in diesen Schichten sonst so spärlich vertretenen Ordnung der Acephalen sich findet. In einem vorläufigen Verzeichniss, das der Graf mir mitzutheilen die Gefälligkeit hatte, finde ich *Cypricardia cymbaeformis* Sow., *Pectunculus Apionii* Portl., einen *Mytilus*, eine *Gervillia*, eine *Cardinia*, eine *Avicula* und ein *Conocardium* genannt. Die Arten waren zur Zeit noch nicht mit Sicherheit bestimmt worden; doch schienen mehrere darunter neu zu sein, deren Beschreibung wir von dem Grafen zu erwarten haben.

Westlich von Fennern und Kerkau, zieht sich, längs der ganzen Südgrenze des obersilurischen Gebiets, bis an die Küsten bei Patsal, Werder und Leal, und bis an die Ufer des Kassarien-Flüsschens bei Kirrefer, ein Strich gelber, feinkristallinischer oder dichter Dolomite hin, Gesteine von sehr einförmigem Charakter, in Platten von einigen Zoll bis zu 1/2 und 3/4 Fuss Mächtigkeit brechend, leicht zu bearbeiten und der Verwitterung widerstehend, daher in zahlreichen Steinbrüchen als treffliche Bausteine ausgebeutet, für die Paläontologie jedoch sehr unfruchtbar, da ihre organischen Einschlüsse stets zerstört und, auch als Steinkerne, meist unkenntlich sind. Diese Gesteine sind besonders charakterisirt durch ihre vielen Stylolithen, die schon im Dolomit von Fennern häufig bemerkt werden. Es sind dies Körper von unregelmässig cylindrischer Gestalt, etwa 2 bis 4 Zoll im Durchmesser haltend und von derselben Höhe; die Fläche des Querschnitts ist gewöhnlich etwas schüsselförmig vertieft und zeigt eine Anzahl unregelmässig concentrischer Lamellen, die besonders durch Wirkung der Verwitterung deutlich hervortreten und eine entsprechende concentrisch-schalige Absonderung des Stylolithenkörpers bedingen. Der Ursprung dieser Körper ist durchaus räthselhaft. Einen organischen Rest habe ich auf der Spitze eines solchen Stylolithen nie aufliegend gefunden, daher die von Quenstedt gegebene Erläuterung von dem Ursprung der Stylolithen im Muschelkalk von Würtemberg [1]) auf die unserer Schichten nicht anzuwenden ist.

Auf dem Wege von Fennern nördlich, gegen Reval zu, trifft man die ersten anstehenden Gesteine in der Umgebung von Raiküll, etwa 50 W. von Fennern. Dreierlei Kalksteine

1) S. Bronn, Gesch. d. Natur, Bd. II. S. 536.

werden hier beobachtet, die in ihrer charakteristischen Gestalt in einem Steinbruch bei Nudi-Gesinde, einige Werst südwestlich von Raiküll, dann unweit davon, in der Umgebung des Dorfes Lippa, und endlich als zusammenhängender Terassenabsturz bei dem Gute Raiküll, an der Landstrasse nach Reval, vorkommen. Der Kalkstein von Nudi-Gesinde ist ein dichtes, grauliches, plattenförmiges Gestein von muscheligem Bruch, das, seinem äussern Ansehen nach, von einem Dolomit der untern Gruppe viele Aehnlichkeit bietet, auch einen starken Gehalt von kohlensaurer Magnesia führt, jedoch überall von körnigem Kalk durchflochten erscheint, bald in Lagen mit demselben wechselnd, und bald in einem unmerklichen Uebergang verbunden. Er bietet einen grossen Reichthum an zum Theil schön erhaltenen Petrefakten, darunter viele Korallen, *Pentamerus oblongus* Sow. und *Terebratula reticularis* (L.) häufig sind. In einzelnen seiner Gesteinlagen ist der kristallinische Kalk nicht zu unterscheiden von den körnigen Kalksteinen an der Pödja, auch dieselben Petrefakten führend, unter denen *Eschara scalpelliformis*, für jene Schichten so bezeichnend, auch hier nicht vermisst wird.

Ein paar Werst von diesem Kalklager, liegt bei dem Dorfe Lippa, nur von einer dünnen, oberflächlichen Rasenschicht gedeckt, ein sehr fester, feinsplitteriger Kalkstein, von ausgezeichnet muscheligem Bruch, in dünne Platten von 1 bis 4″ Mächtigkeit spaltend, und in seiner sehr gleichförmig zusammengesesetzten Masse nur wenige organische Reste führend, darunter besonders *Cypridina marginata* Keys. in grossen und schön erhaltenen Individuen sich auszeichnet, während das Kalklager bei Nudi nur die *Cypr. baltica* (His.) zeigt.

Endlich findet man, bei dem Gute Raiküll, in einem hochstämmigen Nadelwald, an welchem die Landstrasse nach

Reval führt, einen über klafterhohen Felsendamm sich hinziehen, dessen senkrechte und überhängende Klippen die Schichtenköpfe eines terrassenförmig abstürzenden Kalksteinplateaus sehen lassen, das von den obersten Kalklagern der Gegend gebildet wird. Es ist ein kristallinisch-körniges, ins Splitterige übergehendes, sehr festes Gestein, das häufig von mergeligen Nestern durchflochten erscheint und eine grosse Menge in harten, weissen Marmor umgewandelter Korallen führt, aus denen es auf Erstreckungen fast ganz zusammengesetzt wird; es sind jedoch nur zwei oder drei Korallenarten, die in dieser Menge in die Zusammensetzung des Riffs eingehen, namentlich *Calamopora polymorpha* und *Stromatopora polymorpha*, darunter vereinzelte *Cyathophyllen* sich einfinden. Dieser Kalk gewinnt nach der Teufe zu, seine Korallenmassen einbüssend, ein gleichförmiges, feinsplitteriges Ansehen und plattenförmige Absonderung in dünnen, klingenden Platten, wodurch er dem Cypridinenkalk von Lippa ähnlich wird; an der Basis des Felsgebildes sieht man endlich ein dichtes, in grössere und dickere Platten spaltendes Gestein, wie es in der Umgebung des Gutes überall herrschend ist und als der gewöhnliche Baustein gebrochen wird. Wir lernen also hier einen körnigen Korallenkalk, in massigen Gesteinbänken gelagert, mit Bestimmtheit als das oberste Gebilde kennen, welches einen splitterigen, plattenförmigen Kalk bedeckt. Dass aber diese beiden Kalksteine nicht überall durch Gesteincharakter und die Natur ihrer organischen Einschlüsse von einander streng geschieden sind, dies beweisen uns die Gesteine von Nudi, wo derselbe Cypridinenkalk eine mehr mergelige und dichte Beschaffenheit annimmt, mit körnigem Kalk vielfach verflochten ist und Korallen mit Mollusken und Crustaceen gemeinschaftlich vor-

kommen, beide Kalkgebilde mithin von einander nicht geschieden sind.

Nordwestlich, etwa 7 W. von Raiküll, bei dem Gute Saage, findet man einen dichten und splitterigen, festen Kalkstein verbreitet, der in seiner ganzen Masse von mergeligen Concretionen erfüllt ist, wodurch seine Ausgehenden ein rauhes, unebenes Ansehen gewinnen. Er enthält nur wenig und meist schlecht erhaltene Petrefakten; in den obern Schichten sind vorzugsweise Korallen herrschend, in den untern finden sich Brachiopoden ein, zumal *Terebratula crassicostis* zuweilen in Menge beisammen liegend. Bei einer Hoflage, 4 W. von Saage, auf dem Wege nach Riddaka gelegen, zu demselben Gute gehörig, findet man einen sehr festen, schönen, körnigen Marmor, mit Calamoporenstämmen und *Eschara scalpelliformis*, von den Gesteinen an der Pödja nicht zu unterscheiden, mit dem eben bezeichneten splitterigen, concretionären Kalkstein innig durchflochten und verwebt. Dieser letztere bleibt das herrschende Gestein weiter westlich in der ganzen Gegend und tritt endlich auf den Steinbrüchen bei Merjama wieder als reiner, von Mergelconcretionen freier, feinsplitteriger, ins Feinkörnige übergehender Kalkstein, von ausgezeichnet muscheligem Bruch, hervor, dessen schöne Platten als treffliche Bausteine geschätzt und ausgebeutet werden, dem Kalkstein von Lippa, bei Raiküll, völlig ähnlich und, wie jener, in einer compakten, gleichförmigen Masse nur wenig Petrefakten zeigend, darunter die *Cypridina marginata* Keys. nicht fehlt.

Denselben Charakter behalten nun die Kalksteine noch weiter westlich von Merjama, nach Schloss Lohde und der Kirche Goldenbeck zu. In häufigen Steinbrüchen und Felsentblössungen zeigen sich auf der ganzen Strecke die bezeich-

neten Gesteine zu Tage brechend, bald in ihren splitterigen, bald in feinkörnigen Varietäten, mehr oder weniger rein, zuweilen als schöne Marmorlager, oder aber als feinsplitteriges Gestein, von concretionären Mergelmassen verunreinigt, oder endlich dicht und mehr oder weniger von mergeligem Ansehen. An Petrefakten herrschen stets die wenigen, schon genannten Korallenarten, *Calamoporen* und *Stromatoporen* nebst *Cyathophyllum Ceratites* und nur einzelnen, gelegentlich mit vorkommenden und schlecht erhaltenen Thierresten aus andern Klassen. Zwischen Schloss Lohde und Goldenbeck besuchten wir den letzten Steinbruch auf dem Wege nach Hapsal. Ein mächtiger Sanddünenzug rückt hier, in nackten Flugsandhügeln, bis dicht vor das Kirchengebäude der genannten Kirche vor, in ost- und westlicher Richtung in der Ferne sich verlierend.

Die Steinbrüche in den Umgebungen von Hapsal gehören entschieden alle den obersilurischen Schichten an. Im Osten des Städtchens, auf der Landstrasse nach Reval, liegt, etwa 9 W. entfernt, der Neuenhof'sche Bruch, auf einer sanft geneigten Fläche, die von einer seichten Meeresbucht begrenzt wird. Er zeigt einen grauen und blaugrauen, feinsplitterigen oder dichten, zu Gruss zerfallenden, mergeligen und dolomitischen Kalk, der sehr petrefaktenreich und mit einem kristallinischen, harten Kalkstein verflochten ist, welcher *Pentameren* führt und als Baustein ausgebeutet wird, wozu der graue, an der Luft verwitternde Wasserfliess sich nicht geeignet zeigt. Beide Kalksteine gehören jedoch einem und demselben Gebilde an, indem sie mit einander wechsellagern und vielfache Uebergänge in einander sehen lassen, bald der eine, bald der andere vorwaltend. Die Petrefakten sind besonders auf den grauen Kalk beschränkt, wo die Brachiopoden

mit ihren Schalen, einschalige Mollusken aber, Cephalopoden und Gasteropoden, meist als wohlerhaltene Steinkerne gefunden werden. Wir heben darunter besonders hervor den *Illaenus barriensis* Murch. und einen *Asaphus*, deren Schilder häufig sind, den *Encrinurus punctatus* (Wahl.), *Orthoceras annulatum* His., *Phragmoceras* sp., *Gomphoceras* sp., *Lituites Cornuarietis* Sow., *Clymenia antiquissima* Eichw., *Terebratula reticularis* (L.) und *cassidea* (Dalm.), *Orthis orbicularis* Sow., *Verneuilii* Eichw., *Leptaena depressa* Dalm., *Chonetes sarcinulata* Kon., *Cladocora antiqua* Br., *Cyathophyllum Ceratites* Goldf., *Halysites catenulata* (L.), *Gorgonia flabelliformis* Eichw. Es zeigt sich also hier der kristallinische Kalk in einem allmäligen Uebergang zu den Dolomiten der untern Gruppe begriffen, etwa wie die Schichten von Nudi bei Raiküll, durch ihre dolomitische Natur, vielleicht einen solchen Uebergang in ähnlicher Weise vermitteln.

Der Steinbruch von Taibel, ein paar Werst landeinwärts davon entfernt, zeigt dieselben Verhältnisse, denselben Wechsel eines körnigen Pentamerenkalks mit dichten, mergeligen und dolomitischen Kalkschichten, welche auch hier die Oberhand behalten, jedoch bei weitem weniger reich an Petrefakten sind. Dagegen lassen die benachbarten Steinbrüche von Kirrimäggi und Wenden ein entschiedenes Ueberwiegen der kristallinischen Kalksteine sehen, so dass die mergeligen Gebilde nur auf dünne Zwischenlagen in den zusammenhängenden Bänken kristallinischen Gesteins beschränkt sind. Zugleich mit dieser Veränderung im Gesteincharakter, wird ihre Fauna einförmig und artenarm, indem, neben den gewöhnlichen, im Korallenkalk herrschenden *Calamoporen*, *Stromatoporen* und *Cyathophyllen*, fast nur noch der *Pentamerus borealis* Vern. sich findet, dieser aber in solcher Menge der

Individuen, dass er einzelnen Gesteinlagen das Ansehen wahrer Muschelbänke gibt. In den blaugrauen Mergellagen fanden wir, auf dem Wendenschen Steinbruch, schöne Exemplare der *Gorgonia flabelliformis ;* der Taibelsche Steinbruch zeigte, als Merkwürdigkeit, einen lose liegenden Stamm von *Cladocora antiqua* von riesenhafter Grösse, fast 2 Fuss lang und eben so breit, von etwa quatratischem Umriss.

Westlich, etwa 5 W. von Hapsal, auf dem Wege nach Linden, bricht ein kristallinischer Kalk mit *Pentameren,* nebst einigen andern Brachiopoden, und den gewöhnlichen Korallen, den Gesteinen von Wenden und Kirrimäggi sehr ähnlich. Dieselben Schichten erstrecken sich in der angegebenen Richtung noch weiter, bis jenseits des Gutes Linden hin, das 7 W. von Hapsal gerechnet wird. Südlich von dem Gute aber, ein paar Werst entfernt, liegt, unweit einer Meeresbucht, ein ausgedehnter Steinbruch, dessen Gesteine ein so vorzügliches Baumaterial liefern, welches nicht nur in den Ruinen des bischöflichen Schlosses zu Hapsal erkannt wird, wo die Pfeiler daraus gehauen sind, sondern auch zum Bau des Leuchtenbergischen Pallastes in St. Petersburg gebrochen worden ist. Der Steinbruch hat gegen 100 Klafter Längenerstreckung und ist an einzelnen Stellen, wie an seinem Südende, bis 20 Fuss tief ausgearbeitet. Er liegt am Rande einer plateauartig ausgebreiteten Ebene, deren Abfälle, in nord- und südlicher Richtung sich hinziehend, in einer jüngst vorangegangenen geologischen Periode, das alte Meeresufer begrenzten. Das herrschende Gestein sind gelbe dolomitische Kalksteine, bald dicht, bald mehr oder weniger feinkristallinisch und von sandsteinähnlichem Ansehen. Die dichten Varietäten finden sich, im Nordtheil des Bruchs, in den obern, am Südende dagegen, in den untersten Schichten, wo sie, da der Steinbruch

hier am tiefsten ausgearbeitet worden ist, bereits eine blaugraue Färbung gewinnen und in zusammenhängenden, bis 2 Fuss mächtigen Bänken liegen. Dünne, gewöhnlich kurze Kalkspathschnüre durchschwärmen zuweilen das Gestein nach allen Richtungen, in ihrem Innern hie und da kleine Kalkspathdrusen bergend, deren Flächen, im Südtheil des Bruches, nicht selten von Asphalt überzogen werden; auch mitten im Gestein finden sich kleine Höhlungen ein, von Kalkspath- oder Quarzkristallen bekleidet und diese drusigen Kristallaggregate von einem Asphaltüberzug bedeckt (s. oben S. 37). Kieselconcretionen von sphäroidischen, nierförmigen und andern Gestalten sind hie und da in dem Gestein zerstreut, bald als reinere graue Hornsteinnieren, die nur an ihrer Peripherie in eine weissliche, rindenartig sie umhüllende Masse übergehen, und bald als weisse, dichte oder erdige und selbst zerreibliche, kreideähnliche Körper. Diese Dolomitschichten werden, wie man in einer Schurfarbeit, etwa im mittlern Theile des Steinbruchs, entdeckt, von einer mehrere Fuss mächtigen Bank kristallinischen Korallenkalks gedeckt, welcher von splitterigem Kalk, zuweilen mit concretionären Mergelmassen, durchflochten und durchgängig von Korallen, *Calamoporen* und *Stromatoporen*, überfüllt ist, darunter *Cyathophyllum Ceratites*, nebst *Eschara scalpelliformis* sich einfinden. Dieses oberste Kalklager über den Dolomiten entspricht dem Pentamerenkalk der Umgegend und der östlich von Hapsal liegenden Steinbrüche, so wie es in seinem Gesteincharakter und seinen Einschlüssen auf das Genaueste mit den Korallenkalklagern von Raiküll und den Pödjaufern übereinstimmt.

Wenden wir uns nun zu der Inselgruppe, um auch hier die einzelnen Vorkommnisse von Gesteinen übersichtlich zusammenzustellen und ihre entsprechenden Gebilde auf dem

Festlande durch Vergleichung auszumitteln. Die Insel Nuckö, im Norden die Hapsalbucht begrenzend und nur durch einen seichten, zu Zeiten völlig trocken gelegten Meeresarm vom Festlande geschieden, scheint, ihrem Gesteincharakter nach, mit dem gegenüberliegenden Festlande, bereits dem untern silurischen Gebiet anzugehören, was ich aus den Petrefakten schliessen zu dürfen glaube, die ich theils bei dem Hrn Baron Eduard Ungern von Sternberg, zu Birkas, auf Nuckö, durch die Gefälligkeit des Besitzers, zu sehen Gelegenheit hatte, theils in den Sammlungen unserer Universität, oder endlich, nach Eichwald's Bestimmung, bei Osersky erwähnt finde [1]). Der Steinbruch von Lykholm, auf Nuckö, so wie die von Nyby und Sutlep, an der gegenüberliegenden Festlandsküste, sind reich an organischen Resten; leider habe ich jedoch nicht die Musse gehabt, sie durch eigene Anschauung kennen zu lernen, ebensowenig wie die Steinbrüche der Insel Worms, aus denen eine kleine Anzahl von Petrefakten gleichfalls durch Eichwald bestimmt worden ist [2]), die auf obere silurische Schichten zu deuten scheinen.

Auf der Insel Dagö finden wir, an deren Ostspitze, ein in felsigen Terrassen gegen das Meer abgestürztes Plateau, dessen Felsengrund durch viele Steinbrüche, besonders bei der Kirche und dem Pastorate Pühalep aufgeschlossen, einen kristallinischen, sehr festen Kalkstein sehen lässt, der in seinem äussern Ansehen mit dem Pentamerenkalk der Umgegend Hapsals übereinstimmt und, nebst den gewöhnlichen Korallen, noch ferner *Orthis Asmusii, Terebratula reticularis, Ptilodictya lanceolata* und einige andere Petrefakten führt, darunter von Osersky auch der *Pentamerus borealis*

1) S. in Osersky's Abhandl., Tabelle zu S. 33.

2) Osersky, a. a. O.

erwähnt wird [1]), den ich jedoch nur in Küstengeschieben verbreitet fand, welche offenbar von den Kalksteinen der gegenüberliegenden Festlandsküste von Hapsal herstammten. Zuweilen, wie in einem Steinbruch bei der Kirche Pühalep, nimmt dieser Kalkstein mergelige Zwischenlagen auf, oder gewinnt auf Erstreckungen einen mergeligen Charakter, wo er dann einen grössern Reichthum an organischen Resten führt, darunter die zierlichen Formen der *Fenestella antiqua* Lonsd. und *reticulata* Lonsd., *Eschara? scalpellum* Lonsd. u. a. m. sich auszeichnen.

Südwestlich, zieht sich dasselbe Gestein fort und ist bei dem Gute Waimel wieder durch Steinbrüche aufgeschlossen. Weiter, bei der Kirche Keinis, 12 W. von Pühalep, sieht man, in einem zum Pastorate gehörigen Steinbruch, körnigen Kalk, mit wenigen schlecht erhaltenen Korallen, in 8 bis 9 Fuss mächtiger Ablagerung, einen blaugrauen, in Schiefergruss zerfallenden, dichten, versteinerungslosen Dolomit oder Wasserfliess bedecken; die Schichten weichen von der normalen, horizontalen Lagerung ab, eine geringe Neigung gegen N u. O zeigend. Derselbe kristallinische Korallenkalk ist endlich auf der Keinis gegenüber gelegenen Insel Kassar, in den Steinbrüchen der Güter Kassar und Orriak verbreitet. Das letztgenannte besonders gewinnt einen schönen, sehr reinen und weissen körnigen Kalk, der zum Kalkbrennen besonders trefflich geeignet ist. Weiter, west- und südwestlich von Keinis, nach der Südspitze der Insel zu, verlieren sich die anstehenden Gesteine unter mächtigen Diluvialschichten; wir wenden uns daher, von Pühalep, nach Nord und Nordwest.

---

1) Oserskу, a. a. O.

Zuvörderst erreicht man hier, in NNOlicher Richtung, über dürre, von Kalkgeschieben überdeckte Flächen wandernd, die terrassenförmigen Abstürze des von uns bezeichneten Plateaus, eine Gegend, die den Namen Kallasto führt und den deutlich ausgeprägten Charakter eines alten Meeresufers trägt, dessen Höhenrand gegenwärtig, nach dem Augenmaasse geschätzt, etwa 40′ über dem Niveau der Ostsee sich erhebt. Die ganze Abdachung des Plateau zu dem Strich niedrigen Flachlands, das die Ostseeküste säumt, ist deutlich in drei Terrassen gegliedert, deren jede mit gleichmässig steilen Gehängen abfällt und, an ihrem Höhenrande, eine wallartig aufgeworfene, sanfte Erhabenheit zeigt, hinter welcher eine niedriger gelegene, ebene Fläche, mehr oder minder breit, stufenartig an den Fuss der nächstansteigenden Terrasse sich anlegt. Das Ganze gestaltet sich zu einem von Kalksteingeröllen übersäeten, hie und da von kleinem Birkengehölz und Wachholdergestrippen bewachsenen, sterilen Hügelland, das zur offenen Ebene des Plateau hinanführt, deren Höhenrand von niedrigen Hügeln gesäumt wird. Die gleichmässig steilen und trümmergedeckten Abhänge dieser Terrassen werden hin und wieder von schroff und senkrecht abgestürzten Felswänden unterbrochen, an denen die Schichtenköpfe horizontal gelagerter Gesteine zu Tage ausgehen; sie werden, in der ganzen Mächtigkeit des Profils, von demselben kristallinischen Kalk gebildet, der hier reich an Korallen ist und mit mergeligen Zwischenlagen wechselt, aus welchen einige wohlerhaltene Brachiopoden und Gasteropoden auswittern. Weiter südlich hinab, gegen das Gesinde Wachterpä hin, verliert sich dies Stufenland in mehr gleichmässig abgedachte Flächen, zugleich landeinwärts sich entfernend, so dass hier eine ebene, breite Niederung am Meeressaume sich ausdehnt, deren Boden,

unter einer dünnen Dammerdeschicht, einen feinen, weissen Meeressand, als jüngste Diluvialschicht, sehen lässt, welche einen im Meeresniveau gelegenen, dichten, grauen, zu Gruss zerfallenden Dolomit, die Basis des ganzen Felsgebildes, unmittelbar bedeckt.

Weiter nordwestlich, erstreckt sich das Terassenland des Kallasto der Nordostküste der Insel entlang, in grösserer oder geringerer Entfernung von derselben und mit mehr oder minder deutlich ausgeprägten Charakter, über Parcimois, nach Pallokülll und Kertel hinauf. In der Gegend von Pallokülll geniesst der Beobachter von dessen trümmerbesäeter, erratische mächtige Felsblöcke tragender und von knorrigem Nadelholz bewachsener Höhe, einer umfassenden Fernsicht auf das östlich anstossende, zu Weiden und Aeckern benutzte Flachland, das bis an den Meeresrand sich ausdehnt. Auf derselben Höhe, von düsterem Nadelwald umgeben, liegt die Kapelle von Pallokülll, etwa 18 W. von der Kirche Pühalep entfernt, daneben ein Gesinde und ein ausgedehnter Steinbruch, dessen Gestein unser Interesse erregt, indem es von allen bisher beobachteten in seinem Charakter und seinem Lagerungsverhältniss abweicht; es ist ein grauer oder graubrauner, hornsteinähnlicher, harter, dichter Kalkstein, von ausgezeichnet muscheligem Bruch und dem gleichmässigen feinen Ansehen eines lithographischen Kalkes. Seine Schichten weichen von der horizontalen Lage, die wir durchgängig an unsern Gesteinlagern als die normale beobachten, beträchtlich ab, indem sie eine sanfte Neigung, unter einem Winkel von etwa 15 bis 20°, gegen ONO h. 4½, mit einem Streichen von SSO nach NNW beobachten lassen. Sie enthalten nur wenige organische Reste, darunter grosse Bruchstücke eines *Asaphus*, mit der im Neuenhof'schen Steinbruch,

bei Hapsal, vorkommenden Art übereinstimmend. An der Luft verbleichen sie und gewinnen eine röthliche oder gelbliche Färbung, die uns ein Gestein erkennen lässt, dessen Geschiebe ungemein häufig in den Umgebungen von Pühalep, aber auch an der gegenüberliegenden Festlandsküste, bei Neuenhof, und selbst bei Orrisaar, auf Oesel, beobachtet werden, was insofern ein Interesse gewinnt, als wir in diesen Geschieben eine grosse Mannigfaltigkeit von Petrefakten antreffen, wie sie das anstehende Gestein im Steinbruch nicht zu bieten hat. Einstweilen, bevor die genauere Bestimmung dieser Petrefakten vorgenommen ist, müssen wir dasselbe mit den untern Schichten, etwa mit dem Cypridinenkalk, unserer Kalksteine der obersilurischen Abtheilung parallelisiren.

Nur etwa eine halbe Werst von dieser Lokalität, liegt an der Landstrasse ein Krug, von welchem aus, ein paar hundert Schritte landeinwärts, ein Steinbruch gelegen ist, der ein ganz anderes Gestein, als das eben betrachtete, sehen lässt, nämlich einen kristallinischen Kalk, welcher in einzelnen Schichten und Schichtengruppen, besonders gegen die untern Teufen hin, ein dichtes, mergeliges und dolomitisches Ansehen gewinnt und viele Versteinerungen enthält. Durch Erkundigungen, erfuhr ich, dass dieser Kalkstein eine Mächtigkeit von nur 8 bis 9 Fuss besitzt und über dem hornsteinähnlichen Kalk, den wir bei der Pallokülla-Kapelle kennen lernten, abgelagert ist. Die Schichten dieses letztern sollen auch hier eine geneigte Lage zeigen, während der sie bedeckende kristallinische Kalk horizontal geschichtet ist; sie haben also bereits an der Erhebung der Dolomite Theil genommen, welche die obersten Kalksteinbänke nicht betroffen hat.

Weiter, von PallokülI und Kertel aus, wird an der Nordostküste der Insel kein anstehendes Gestein mehr beobachtet;

wol aber findet man noch Felsentblössungen an der Nordwestküste, wo wir insbesondere den Steinbruch von Hohenholm kennen lernen, der einen feinkörnigen, mit mergeligen und dolomitischen Zwischenlagen wechselnden, grauen Kalkstein sehen lässt, welcher einen grossen Reichthum an Petrefakten führt, die von Eichwald zum Theil verzeichnet worden sind. An der Basis dieser Kalksteine liegen blaugraue, zu Gruss zerfallende Wasserfliesse, westlich von Hohenholm, an der Küste bei Paope, wo sie Eichwald beobachtete, so wie östlich, bei dem schwedischen Dorfe Rootsi, unweit der Kirche Roicks, wie mir aus der Mittheilung von Marineofficieren, die an der Aufnahme dieser Küste arbeiteten, bekannt geworden ist. Diese Kalksteine und Dolomite von Hohenholm bieten uns, nebst dem Steinbruch bei dem Pallokülla-Kruge, die reichsten Petrefaktenlager der Insel, in denen ich eine treffliche Ausbeute fand, die noch einer genauern Bearbeitung wartet.

Wir gehen nun nach der Doppelinsel Moon-Oesel hinüber, und beginnen hier unsere Wanderung, dem gewöhnlichen Wege der Reisenden folgend, indem wir uns vom Festlande aus, oder, richtiger, von der kleinen, dem Festlande anhängenden Insel Werder, den 9 W. breiten Moon-Sund, nach Kuiwast, an der Südostseite von Moon, hinübersetzen lassen. Wie unser Leser sich erinnern wird, geleiteten wir ihn auf dem Festlande, durch das einförmige Gebiet der gelben Dolomite mit ihren zerstörten Petrefakten und räthselhaften Stylolithen, bis nahe vor die Kirche Haneel, etwa 8 W. vor Werder, wo er ein bis dahin nicht angetroffenes Gestein betritt, nämlich einen grobsplitterigen, porösen und cavernösen, sehr festen, grauen Dolomit, der in söhlig liegenden Bänken von rauher, unebener Oberfläche, nur von einer dünnen, kaum wenige Zoll Mächtigkeit haltenden Dammerde-

schicht bedeckt, und von rasenartig ausgebreitetem, niedrigem Wachholdergestrippe bewachsen, die einförmigen sterilen Ebenen bis gegen Werder hin bildet. Seine Höhlungen rühren zum Theil von zerstörten organischen Resten her, die zumeist als völlig unkenntliche Steinkerne darin angetroffen werden; doch erkannte ich darunter noch den *Euomphalus funatus* Sow. und *Orthoceras imbricatum* Wahl. Auf Werder findet man dasselbe Gestein nur an der äussersten Nordwestspitze, in geringer Entblössung, als einen klippig über die Ebene hervorragenden Vorsprung, den brandenden Wogen zugewandt, zu Tage ausgehen. Nichsdestoweniger gewähren diese Uferklippen dem Geognosten einen lehrreichen Aufschluss über das Lagerungsverhältniss der Gesteine; denn nur wenige Schritte davon entfernt, ist, beim Durchschneiden eines Grabens, ein grauer, thoniger Wasserfliess blossgelegt worden, welcher die Basis der porösen Dolomite bildet, den compakten Dolomiten des Festlands entsprechend. Auf der kleinen, reizenden Insel Pucht, südlich durch einen schmalen Meeresarm von Werder geschieden, wird ein gelber, dichter, dolomitischer Kalk im Meeresniveau gebrochen, der mit diesem grauen Wasserfliess zweifelsohne als eine und dieselbe Schicht zusammenhängt, und denselben gelben, dichten oder ins Feinkörnig-kristallinische übergehenden Dolomit, von den Gesteinen des südwestlichen Ehstlands nicht zu unterscheiden, betreten wir endlich bei Kuiwast, an dem Landungsplatz auf Moon. Er liegt hier, in Platten brechend und als Baustein ausgebeutet, überall dicht unter Tage, so dass die zur Entwässerung der Aecker geführten Gräben kaum Fusstiefe erreichen, wo die ausgehende Gesteinschicht auf ihrem Grunde blossliegt. Dieser gelbe Dolomit bildet, in weiten Ebenen ausgebreitet, die ganze Süd- und Ostseite der Insel, bis gegen

die Kirche Moon hin, als Untergrund herrschend, der den Ackerboden trägt und häufig von mächtigen erratischen Geschieben übersäet ist.

Ganz anders dagegen ist der nord- und westliche Theil der Insel gebildet. Die Moon-Kirche liegt etwa in der Mitte des Ländchens, 11 W. nordwestlich von der Station Kuiwast und 8 W. östlich vom Wachtna-Kruge, von woher die Ueberfahrt zur entgegengesetzten Küste des Kleinen Sundes, nach Oesel, geschieht. Sie beherrscht die Aussicht über die weite Umgegend, von einer wallartig hervortretenden Erhabenheit getragen, die, nach ihrer Westabdachung hin, von grossen erratischen Geschiebeblöcken in gedrängter Menge bedeckt wird. Dieser Wall ist ein diluvialer Geschiebestrand, der in SSO- und NNWlicher Richtung die ganze Westhälfte der Insel durchzieht, südlich, jenseits Ganzenhof hin sich verlierend, nördlich, in der angegebenen Richtung, nach Tamsel hinaufstreichend. Die Erdschichten, die diesen Wall zusammensetzen, wurden durch Abteufen eines Brunnens bei dem Pastorate Moon aufgeschlossen und bestehen, nach einer Mittheilung, die ich dem ehrwürdigen Prediger daselbst, Hrn Superintendenten Schmidt, verdanke, aus eisenschüssigem braunem Sand mit erratischen Geschieben, der einen rothen Sand deckt, welcher seinerseits einem dünnen Lager gelblichen Thones aufliegt.

An der Nordostseite der Insel erhebt sich, die Küste säumend, ein hoher Felsendamm, der, von den Eingebornen mit dem Namen Igo-Pank bezeichnet, in seiner ganzen Erscheinung das scharf ausgedrückte Gepräge eines alten Meeresufers erkennen lässt. Seine Abstürze sind deutich in zwei Terrassen gegliedert, deren unterste in steilen, von mächtigen Trümmerblöcken gedeckten Gehängen, etwa 25 Fuss über

dem jetzigen Spiegel der Ostsee sich erhebt und auf ihrer Höhe, durch einen schmalen Stufensaum geschieden, die zweite, gegen 15 Fuss hohe, obere Terrasse trägt, deren Abstürze in senkrechten und überhängenden Felsmauern, oft weite Höhlungen überwölbend, emporragen. Das Gestein, dessen Schichtenköpfe an den Terrassenabfällen beobachtet werden, ist der uns bekannte splitterige und cavernöse, äusserst feste, graue Dolomit, den wir an der gegenüberliegenden Festlandsküste bei Werder und weiter landeinwärts verbreitet finden. Am Fusse der obern Terrasse sieht man ihn Zwischenschichten eines plattenförmigen, dichten, grauen oder gelblichen, dem Gestein der südöstlichen Niederung von Kuiwast u. s. w. entsprechenden Dolomits aufnehmen, Schichten, die oft schon nach kurzer Erstreckung sich wieder auskeilen und, als ein milderes, leichter zerstörbares Gestein, die Configuration der Küste bedingten, indem sie vom anschlagenden Meere fort und fort weggebrochen wurden, wodurch die obern, festern Gesteinbänke Höhlungen überwölbten und, durch ihr eigenes Gewicht zusammenbrechend, die Abhänge der untern Terrasse mit mächtigen Trümmerblöcken, in Haufwerken durcheinanderliegend, überdeckten.

Dieses hohe Felsenufer zieht sich eine Strecke von ein paar hundert Faden der Küste entlang und wendet sich sodann mit dem Ostende seiner obern Terrasse landeinwärts, wo man in einem kleinen Steinbruch die Auflagerung des cavernösen Dolomit auf gelben, plattenförmigen Gesteinen wieder deutlich beobachten kann, die Felsmassen aber, in einer sanften Böschung noch eine Strecke fortgesetzt, allmälig in ebenes Flachland sich verlieren. Geht man jedoch, in der fortgesetzten Richtung der Felsenabstürze des Igo-Pank, südöstlich an der Küste fort, so findet man diese in steilen,

meist von Vegetation gedeckten, nur selten felsigen und zuweilen auf Erstreckungen landeinwärts weit eingebuchteten Abfällen sich erheben, welche von demselben cavernösen Dolomit gebildet werden, der auf plattenförmigen Gesteinen ruht. Es ist offenbar eine Fortsetzung desselben Felsenriffs, welches, an seinem Nordwestende in den Abstürzen des Igo-Pank am höchsten sich erhebend, südöstlich niedriger wird, — vielleicht indem seine obere Terrasse hier wegfällt, — und in der vorspringenden Landecke Püssininna ihr Ende erreicht, so dass, weiter im Süden, gegen Magnusdahl hin, ein paar W. an der Küste oberhalb Kuiwast gelegen, bereits ein niedriges Flachland sich ausbreitet, dessen Boden von den Plattendolomiten gebildet wird. Ziehen wir endlich eine Linie, von der bezeichneten Landecke Püssininna, in der Richtung der hohen Felsenküste, südöstlich, über den Moon-Sund fort, so finden wir, in ihrem Verlauf, die Insel Schildau, mitten in der Durchfahrt, und die Nordwestspitze von Werder liegen, Punkte, die mithin als einzeln abgelöste Gileder desselben Dolomitriffs zu betrachten sind. Hinter diesem erhabenen Küstenstrich erstreckt sich, landeinwärts, ein ausgedehnter Morast, Muhho-soo, bis nahe vor die Moon-Kirche hin, einen grossen Flächenraum im Osttheil der Insel bedeckend.

Eine ganz ähnliche, wo möglich noch schärfer ausgeprägte Felsenküste sehen wir nun, mit dieser parallel, mitten im Lande, in senkrechten Felsabstürzen, mehrere Werste weit, in SSOlicher Richtung, in einem sanft gekrümmten Bogen sich hinziehen, ein nach Westen sehr allmälig abgedachtes Plateau begrenzend, das östlich, wie am Igo-Pank, in zwei Terrassen abgestürzt ist, deren oberste, 10 bis 12 Fuss hoch, die Fläche des Plateaus in senkrechten Felsmauern abschneidet, die untere, zu einer mehr oder weniger breiten Stufe

ausgedehnt, nach dem Flachland der östlichen Niederung an ihrem Fusse in steiler Böschung, doch nicht felsig abfällt. Bei dem Dorfe Tuppenurm, sieht man diese untere Terrasse auf einige Erstreckung ganz wegfallen und kann die Auflagerung des porösen Dolomits auf dem gelben Küstendolomit beobachten; auch tritt dieser letztere, wie am Igo-Pank, häufig in Zwischenschichten am Fusse der obern Terrasse auf, deren Felsabstürze alsdann zuweilen bis 20′ weit vorspringende Gesteinbänke zeigen, die ihren höhlig ausgewaschenen Fuss überwölben. Nordwestlich, oberhalb Tuppenurm, verliert sich diese Felsenküste bald in ebenes Flachland, südöstlich zieht sie sich weiter durch einen grossen Theil der Insel fort. Bei dem Gesinde Manedi, eine Strecke von Tuppenurm südlich hinab, wurde dasselbe Lagerungsverhältniss beobachtet, indem wir am Fusse der untern, von porösem Dolomit gebildeten Terrasse, einen Brunnenschacht vorfanden, welcher eben in der Arbeit begriffen war und, unter einer 3′ mächtigen Rasenschicht, 7′ tief in einem grauen, dichten Wasserfliess abgeteuft war, welcher einige wenige Petrefakten, namentlich *Orthoceras annulatum* und *Terebratula reticularis* zeigte. Vom Niveau dieses Kalksteins, bis zur Ebene der obern Terrasse, beträgt die senkrechte Höhe 35 Fuss. Die ganze Felsfläche des Plateau, von seinem Ostrande bis an die Geschiebemassen gegen Westen hin, ist hier kaum 100 Schritt breit, seine Westabdachung in weiten, sanft abgedachten Ebenen ausgedehnt, die von erratischen Geschieben übersäet sind, welche, gegen dessen ansteigenden Rand zu, in bogenförmigen, seiner Hauptrichtung parallellaufenden Wällen abgelagert sind. Auf der felsigen Ebene der Höhe finden wir den uns bekannten cavernösen Dolomit in rauhen und sterilen, nur von Wach-

holderhaiden bedeckten Flächen herrschen, und an ein paar Stellen ein dichtes, plattenförmiges, mit dem Dolomit der östlichen Niederung in allen Merkmalen übereinstimmendes Gestein, in ringsum begrenzten Massen von geringer Ausdehnung über ihm abgelagert, so dass dieses Gestein nicht nur die Basis der porösen Dolomite bildet, sondern auch in Zwischenlagen in denselben enthalten ist und endlich noch muldenförmige Vertiefungen ihrer Oberfläche ausfüllt, durchaus also demselben Felsgebilde angehört.

Im Gegensatz zu der unfruchtbaren Ebene des Plateau, lassen die Flächen der untern Terrasse fruchtbare Ackerfelder sehen, unter denen die Ansiedelungen der Bewohner gruppirt sind, während die östlich angrenzenden Ebenen des niedrigen Flachlands in Wiesen und Morästen, mit Waldstrichen abwechselnd, sich ausbreiten. In dieser Natur zieht sich der centrale Felsendamm südöstlich, gegen zwei Werste weit, über Korrista, nach Leppiko (3 W. in NO von der Moon-Kirche) hinab. Spuren desselben lassen sich aber noch, in südlicher Richtung, jenseits der Poststrasse, bis ein paar Werst vor Peddast, an der Südküste der Insel gelegen, beobachten [1]).

Westlich von der Moon-Kirche, breitet sich die Insel in weite Ebenen aus, auf denen überall die Schichtenflächen des porösen Dolomits zu Tage ausgehen, von sterilem Wachholdergebüsch, mit wenigem untermischtem Ackerland bedeckt und von erratischem Geschieben übersäet, die zuweilen in niedrigen, mehr oder weniger regelmässig verlaufenden Wällen abgelagert sind.

---

1) Dem Hrn Studiosus Fr. Schmidt, einem eifrigen und kenntnissvollen jungen Naturforscher, der die Insel Moon in botanischer Hinsicht nach allen Richtungen durchstreifte, und eine botanische Monographie seines heimathlichen kleinen Eilands vorbereitet, verdanke ich manche ergänzende Angaben, welche die gegebene Darstellung zu vervollständigen gedient haben.

Selten findet sich die Bildung eines Landes aus dem Schoosse der Meereswogen in so deutlich ausgeprägten Zügen dokumentirt, wie wir sie hier vor uns sehen. Offenbar haben hier, in der Periode der Ablagerung der nordischen Driftmassen, zwei parallele, niedrige Meeresriffe des porösen kristallinischen Dolomitgesteins, durch wellige Schichtenfaltung emporgehoben, bestanden, die in nordwest- und südöstlicher Richtung, von den Felsenabstürzen des Igo-Pank gegen Püssininna, und von Tuppenurm bis Leppiko, oder selbst bis gegen Peddast an der Südküste hinab, sich hinzogen. Ein tiefes Meer brandete an ihrem Ostfusse, die dichten Dolomite unterwaschend, über deren weggebrochenen Schichten das festere kristallinische Gestein in zusammenhängenden Felsmauern, der Gewalt der Wogen trotzend, stehen blieb. An der sanft abfallenden Westabdachung derselben Riffe dagegen breitete sich ein seichter Meeresboden hin, über dessen Spiegel häufige niedrige Klippen hervorragten; auf der ganzen Fläche wurden fort und fort Gruss und Geschiebe abgesetzt und strandeten mächtige Blöke skandinavischer Eruptivsteine, die, gegen den Ostrand der Riffe hin, durch Sturmfluthen bewegt, in parallelen Wällen heraufgeschoben wurden. Mit dem allmäligen Rückzuge des Meeres, wurde nun zuerst die West- und Nordhälfte der Insel zu festem Lande umgewandelt. Allein ein neuer langer Zeitraum verstrich, ehe endlich das ganze Eiland in seiner gegenwärtigen Gestalt aus dem Bereich der Wogen auftauchte und die dichten Dolomite, die die Felsenriffe unterteufen und den Boden der östlich gelegenen Niederung bilden, zu Tage kamen.

Derselbe splitterige und poröse, harte Dolomit, der für die Gestaltung der Insel Moon eine so wichtige Bedeutung gewinnt, wird auch an der gegenüberliegenden Nordostküste Oesels, und

zwar in übereinstimmender Richtung, nordwestlich an der Küste sich hinziehend, wiedergefunden. Von Orrisaar, wo das Postboot von Moon her auf Oesel anlegt, nach Masik hinauf, sieht man am flachen Küstensaume, im Niveau des Meeres, den dichten Dolomit der südöstlichen Niederung von Moon, gelblich oder graulich gefärbt, zu Tage ausgehen, und zwar von wohlerhaltenen Petrefakten erfüllt, darunter *Euomphalus funatus* Sow. und *sculptus* Sow. besonders häufig, so wie ferner *Encrinurus punctatus* (Wahl.) und *Calymene Blumenbachii* Brongn., *Orthoceras imbricatum* Wahl., ein *Phragmoceras*, ein *Gomphoceras*, *Turbo striatus* His., eine *Murchisonia*, *Cornulites vagans* m., *Terebratula nucula* Sow., *Cyathophyllum Ceratites* Goldf. und *patellatum* (Schloth.), *Calamopora polymorpha*, *Aulopora serpens* u. a. m. gefunden werden. Allein dieses Vorkommen bleibt nur auf einen schmalen Strich am niedrigen Küstensaume beschränkt. An der Landstrasse, von Orrisaar nordwestlich, zu der Kirche Johannis, die in einiger Entfernung der Küste folgt, sieht man nur den porösen Dolomit zu Tage ausgehen, dasselbe sterile Ansehen der Gegend bedingend, von denselben Wachholderhaiden gedeckt und von erratischen Felsblöcken übersäet. Das Gestein wird in allen Varietäten beobachtet, grau oder gelblichweiss, sehr hart oder milder, bald von äusserst poröser Zusammensetzung, in Felsblöcken von rauher, unebener Oberfläche den Boden bedeckend und in mächtige Trümmerblöcke gespalten, oder wieder in compaktes Gestein übergehend und dann in klingende Platten mit mehr oder weniger ebenen Flächen brechend, grobsplitterig, feinkristallinisch oder dicht, die organischen Reste jedoch stets zerstört und nur in sehr undeutlichen Steinkernen enthalten, darunter *Euomphalus funatus* und *Terebratula reticularis* mit Bestimmtheit erkannt wur-

den. Dieses plattenförmige Ansehen zeigt namentlich der Dolomit bei einem Gesinde 4 W. vor der Kirche Johannis, und besonders weiter, jenseits Johannis, 1 oder 1 ½ W. landeinwärts, wo ein Gestein dieser Varietät als Baustein gebrochen wird und zu dem Behuf vollkommen geeignete Platten liefert.

Die Kirche Johannis liegt an einem sanft ansteigenden Meeresufer, dessen niedriger Saum in parallelen Anschwemmungslinien von einem kleinen Geschiebegruss bedeckt wird, in welchem wir einem der reichsten Vorkommen mannigfaltiger und sehr schön erhaltener Petrefakten begegnen, die hier fortwährend von den Wellen ans Ufer gespült werden. Das unversehrte Ansehen dieser organischen Reste lässt den Beobachter auf ein ursprüngliches Vorkommen derselben in sehr geringer Entfernung im Meeresgrunde schliessen, und in der That finden wir, nur einige hundert Schritt von der Kirche nördlich dem Küstensaume folgend, einen dichten, grauen, milden Dolomit oder Wasserfliess zu Tage ausgehen, dessen Schichten, vom Meere bedeckt, nur wenige Fuss über dessen Niveau sich erheben und, von den anschlagenden Wellen unterwaschen, fort und fort zu kleinem Gruss und Trümmern bröckeln, welche das Material zu jenem Petrefaktengruss bei der Kirche abgeben; denn das anstehende Gestein zeigt sich von den gleichen Resten in Menge erfüllt. Die Petrefakten gehören zumeist den bei Orrisaar, in demselben Gestein beobachteten Arten, zu denen hier noch viele andere sich gesellen. Wir erwähnen darunter die schönen, in vollständig erhaltenen Individuen vorkommenden Trilobiten: *Encrinurus punctatus, Calymene Blumenbachii* und *Proëtus concinnus* (Dalm.); ferner *Umbonina battiformis* m., *Spirorbis imbricatus* n. sp., *Orthoceras annulatum* His., *Pleurotomaria baltica* Vern., *Terebratula Wilsoni* Sow., *Spirifer radiatus* Sow., *Orthis*

elegantula Dalm., *orbicularis* Sow. und *osiliensis* n. sp., *Leptaena depressa* Dalm. und *sericea* Sow., *Heliopora interstincta* Wahl., *Halysites catenulata* (L.), *Stromatopora concentrica* Goldf., *Eschara scalpelliformis* Eichw. u. a. m.

An derselben Küste, ein paar Werst südlich von der Kirche hinab, wird dem Geognosten ein lehrreiches Schichtenprofil in dem felsigen Küstendamm des Ojo-Pank geboten, der, in einer Längenerstreckung von etwa 150 Faden, die felsigen Abstürze eines sanft hervorgewölbten kleinen Plateaus bildet, das hier zum Meere abfällt. An der Basis dieses Felsenufers liegt, nur wenige Fuss über dem Meeresspiegel sich erhebend und unter die Wasserebene reichend, jener dichte, aschgraue, blaugrau anlaufende Wasserfliess, den wir soeben an einem nördlich benachbarten Küstenpunkt betrachteten, nur weniger reich an Petrefakten, darunter *Encrinurus punctatus* und *Calymene Blumenbachii*, nebst *Terebratula reticularis*, *Cyathophyllum Ceratites* und andere, in einem eigenthümlichen Zustand der Erhaltung, nämlich von einem kohligen Ueberzug bedeckt, gefunden werden, wovon wir bereits oben (S. 23) geredet haben. Auf diesem grauen Wasserfliess ruht ein feinkristallinischer, poröser Dolomit, mit zerstörten und in Steinkerne umgewandelten Petrefakten, darunter *Calamoporen*, *Cyathophyllen*, *Orthis* und *Terebrateln*, ein Gestein, in welchem wir den herrschenden porösen Dolomit von Moon und Werder erkennen, der auch hier in überhängenden Felsbänken über jenem mildern, vom Meere unterwaschenen und zu Schiefergruss zerblätternden Wasserfliess an seinem Fusse vorragt, dessen Schichtflächen von einem Haufwerk seiner herabgestürzten Trümmer bedeckend. An einzelnen Stellen bricht er in 3 bis 4 Zoll dicken, zusammenhängenden Platten, an andern wird er mergelig und eisen-

schüssig, ein brockes Gestein, das seine ausgehenden Schichtenköpfe in steiler Böschung mit Gruss überdeckt. Alle diese Schichten lassen sanfte Wellenbiegungen erkennen, deren Richtung jedoch nicht deutlich zu beobachten ist. Die Mächtigkeit der obern Dolomite beträgt etwa 10 bis 12 Fuss, die Höhe des Felsendamms über der Meeresfläche 16′, und die Gesammterhebung des Plateau 35 Fuss. Seine nach den Rändern hin sanft geneigten Flächen tragen mächtige erratische Felsblöcke, die zum Theil in Bogenwällen abgelagert sind.

Entfernen wir uns nun von der Osküste der Insel landeinwärts, gegen W und SW, nach Arensburg zu, so finden wir überall die Dolomite der Niederung in ihren verschiedenen Varietäten, bald als graue Wasserfliesse, bald als plattenförmige, feinkristallinische oder dichte und feste Bausteine; sie begegnen uns in den Steinbrüchen von Karridahl, Thomel, Peude, Neu-Löwel, Kangern, Sall, Ladjal, Kuigaug und sehr vielen andern. Erst in der Umgebung von Arensburg sind die jüngern Gesteine der Kalksteingruppe wieder anzutreffen, der Südküste entlang sich hinziehend. Oestlich von Arensburg, in einer Entfernung von 8 bis 15 Werst, liegen in einem zusammenhängenden Strich die Steinbrüche von Kasty und Ilpel, Pichtendahl und Pyha. Sie zeigen einen ziemlich grobkörnigen, harten, graulichen Kalkstein, der, bei Kasty besonders, durch seine Enkrinitenstiele von ungewöhnlicher Grösse sich auszeichnet, die über spannelang und gegen zwei Zoll im Durchmesser gefunden werden; sie gehören dem *Cyathocrinus rugosus* Mill. und zeigen sich im Durchschnitt bald stielrund, bald pentagonal (*C. pentagonus* Goldf.) gebildet, je nachdem sie einem armlosen oder einem Arme tragenden Theil der Gliedersäule angehören. Derselbe Kalkstein enthält ferner Bruchstücke

der *Calymene Blumenbachii*, nebst einigen Brachiopoden, besonders *Spirifer osiliensis* n. sp., *Terebratula crassicostis* (Dalm.) und wenigen Korallen, wie *Calamopora polymorpha*, *Ptilodictya lanceolata*.

Bei Lode, 2 Werst SW von Arensburg, findet man dieselben Schichten, das Gestein jedoch feinkörnig, oder ins Splitterige und Dichte übergehend, und einen grossen Reichthum an Petrefakten führend, die dasselbe zuweilen zum grossen Theil zusammensetzen, ein Reichthum, der jedoch nicht sowol in der Artenzahl, als vielmehr in der Menge der Individuen sich zeigt. Oft wechseln diese Schichten mit dünnen Zwischenlagen losen Mergelthones, aus welchem besonders schön erhaltene Petrefakten auswittern, die man im Steinbruch lose liegend in Menge sammeln kann. Vorzüglich häufig sind *Terebratula Prunum* (Dalm.) und *crassicostis* (Dalm.), *Spirifer osiliensis* n. sp., *Orthis orbicularis* Sow., *Calamopora fibrosa* Goldf. u. a. m.

Wenden wir uns nun in der Richtung nördlich von Arensburg, indem wir die Kronssteinbrüche von Unimäggi, Ohlo, Läppik, Pechel und Kuigaug in Augenschein nehmen, die uns ein lehrreiches Profil von den Kalksteinschichten zu den unterliegenden Dolomitbänken hinab aufschliessen. Bei Unimäggi, etwa 3 W. von Arensburg, findet man noch den kristallinischen Kalk von Lode, als ein sehr feinsplitteriges und festes, plattenförmiges Gestein, ohne mergelige Einschlüsse und ohne Petrefakten; nur ausnahmsweise und selten bemerkt man darin den *Spirifer osiliensis*, eine Leitmuschel der obern Kalksteingruppe. Ein paar Werst weiter nördlich, findet man einen zweiten Steinbruch, bei dem Gesinde Ohlo, auf welchem schon Dolomit ausgebeutet wird, der in der Gegend als Baustein allgemeine Anwendung findet, indem der

kristallinische Kalk zu diesem Behuf zu hart und schwer zu bearbeiten ist, daher meist nur zum Kalkbrennen, so wie zum Aufführen von Zäunen, Brücken u. dergl. Arbeiten, die kein Formen der Blöcke erfordern, gewonnen wird. Diese gelben Dolomite werden bedeckt von einem kristallinischen, harten, grauen Kalkstein, der jenem der benachbarten Steinbrüche entspricht, jedoch hier durch eine Unzahl von *Stromatoporen*-stämmen sich auszeichnet, die dem Gestein den Charakter eines Korallenkalks ertheilen. Die Sohle des gelben Dolomits bilden graue Bänke desselben Gesteins, das übrigens weder in den einen noch in den andern eine Spur von organischen Einschlüssen aufnimmt. Völlig dieselben Verhältnisse zeigen die noch ein paar Werst weiter nördlich gelegenen Steinbrüche von Läppik und Pechel. Das Kalklager hat nur 1½ bis 2′ Mächtigkeit und ist stets von Stromatoporenstämmen überfüllt, deren sphäroidische Massen zuweilen bis nahe einen Fuss im Durchmesser erreichen und den ausgehenden Schichtenköpfen das Ansehen von Conglomeratbänken geben. Die Stellung der einzelnen Stämme in den Schichten weist offenbar darauf hin, dass sie an demselben Orte vegetirten, wo sie in dem Gestein angetroffen werden. Mit ihnen gesellschaftlich finden sich grosse Orthoceratiten: *O. imbricatum* Wahl., nebst *Murchisonia cingulata* (His.) und *Rostellaria obtecta* n. sp., seltener *Cypridina baltica* (His.), eine Leitmuschel der Kalksteinstraten, die nur selten bis in den Dolomit hinabsteigt, — im Ganzen eine einförmige, doch durchaus eigenthümliche und an Individuenzahl jedenfalls reiche Fauna.

Etwa 10 W. von Arensburg, in derselben Richtung, liegt endlich der grösste dieser Steinbrüche, bei dem Gute Kuigaug, der, bei einem beträchtlichen Umfange, 10 bis 12 Fuss

tief ausgearbeitet wird. Das Gestein zeigt einen graulichweissen, dichten, mergeligen Dolomit von sehr gleichförmiger Beschaffenheit, ohne alle Risse und Klüfte, so wie ohne organische Einschlüsse, mit grosser Regelmässigkeit in horizontale Bänke gelagert, deren tiefste über 4 Fuss Mächtigkeit besitzt. In den obersten, zunächst unter Tage gelegenen Schichten sieht man dasselbe Gestein in einer sehr porösen Varietät entwickelt, zweifelsohne dem porösen Dolomit der Ostküste entsprechend, so dass der kristallinische Kalk hier bereits ganz wegfällt und auch weiter landeinwärts auf keinem der Steinbrüche mehr angetroffen wird. Man sieht also die Dolomite südwärts, nach dem Meere zu, in ihrem Niveau sich senken und ihre Ränder von einem schmalen Bande kristallinischer Kalksteine bedeckt, das landeinwärts allmälig dünner wird und über den Dolomiten sich auskeilt, während nach dem Meere zu die Kalksteine mächtiger werden und die Dolomite unter ihnen verschwinden.

Wie im Süden von Kuigaug, so gewinnen auch westlich die Gesteine der Kalksteingruppe wieder die Herrschaft. Der Steinbruch von Padel, 12 Werst NW von Arensburg, zeigt einen grauen, ins Gelbliche verbleichenden, in 4 bis 5 Zoll dicke Platten brechenden, körnigen Kalk, der reich an Brachiopoden, worunter besonders *Terebratula canalis* Sow. in grosser Menge enthalten ist; dazwischen liegen einige wenige Korallen, wie *Calamopora, Cyathophyllum, Aulopora.* Eine kleine Strecke weiter, in der Richtung nach der Kirche Kielkond zu, erhebt sich die Landstrasse, eine steil abfallende Terrasse hinanführend, welche, quer die Richtung des Weges schneidend, eine um etliche Fuss höher gelegene Ebene begrenzt, die sich in söhligen, meist von Wachholdergebüsch bewachsen Flächen ausdehnt, auf welchen hin und wieder

kleine Steinbrüche den körnigen Kalk von Padel mit seinen organischen Einschlüssen sehen lassen. Etwa 6 W. von Padel (18 W. von Arensburg), wird diese Ebene von einem Strich loser Sandhügel begrenzt, der, in SW- und NOlicher Richtung, auf die Kirche von Kergel sich hinzieht. Dieser Sandhügelzug, der unzweifelhaft einer alten Uferdüne entspricht, säumt von Westen her einen gegen das westliche Flachland der Insel in kaum geneigten Ebenen abgedachten, plateauartig hervortretenden, flachen Landrücken, welcher, etwa in NNOlicher Richtung, von der Halbinsel Schworbe aus, nach der hohen Küste am Mustel-Pank sich erstreckt, durch seine Richtung etwa die Grenze zwischen der östlichen Region der Dolomite und der westlich angrenzenden der Kalksteinstraten bezeichnend, an seiner Westabdachung meist ohne anstehenden Fels, von Sand und Geschiebeablagerungen bedeckt, deren Boden ausgedehnte Nadelwaldungen trägt. Genauere Untersuchungen der Gegend werden das Verhältniss zu ermitteln haben, in welchem dieser Landrücken von dem relativen Niveau der Gesteinablagerungen bedingt wird. Ich, meinerseits, möchte in dem bezeichneten Strich die äussersten östlichen Ränder der Kalksteinschichten sehen, die, an ihrer Grenze mit dem Dolomit, zum Theil vom Meere weggebrochen, östlich in stufenförmigen Absätzen abfallen, allmälig, in einem unterbrochenen Zusammenhang, in die Kalksteinbande der Südküste übergehend, westlich aber in fast söhlig geneigten Gesteinbänken abgedacht, über welchen Sand und Gruss, nebst erratischen Geschieben, auf einem seichten Meeresboden abgelagert wurden, die der Wellenschlag am Rande des Plateau zu Hügelzügen aufhäufte und in bogenförmige Wälle gruppirte. Es scheint mir eine Oberflächengestaltung, im Wesentlichen derjenigen analog, die wir auf der

Insel Moon genauer erläuterten, die ferner auf Dägö in ähnlichem Bodenrelief hervortritt, sich auch hier abermals zu wiederholen.

Wenden wir uns nun an die West- und Nordwesküsten der Insel. Die äusserste Felsentblössung finden wir hier am Westufer der schmalen Landenge, welche das Festland von Oesel mit seiner südwestlich ins Meer auslaufenden Spitze, der Halbinsel Schworbe (oder Sworbe, Sworwe), verbindet. Es ist ein felsiger Küstenabsturz, — ein Pank, wie Lokalitäten der Art auf der Insel genannt werden, — der von dem Gute Ficht südwärts, gegen Leo sich hinzieht. Bei Ficht erhebt er sich, als senkrecht aufsteigender Felsendamm, etwa 15 Fuss über dem Meeresspiegel und zieht sich, auf einer Erstreckung von circa 50 Klaftern, der Küste entlang, nach seinen Enden hin beiderseits in eine mässig abfallende Böschung der Küste sich verlierend und von Kalkgeröllen bedeckt, die in terassenförmigen, parallelen Anschwemmungswällen gegen die Höhe ansteigen. Etwa Eine Werst südwärts hinab, sieht man die Schichtenköpfe der Gesteine nochmals auf eine kurze Erstreckung unter dem Kalkgerölle hervorblicken, worauf, gegen Leo hin, das ganze Ufer allmälig sich verflacht. Die obersten Schichten, die am Rande dieses Küstendammes, so wie in einem benachbarten Steinbruch der landeinwärts gelegenen Ebene beobachtet werden, zeigen einen graulichen körnigen Kalk, von dem Gestein von Kasty nicht zu unterscheiden, auch durch dieselben grossen Säulenglieder des *Cyathocrinus rugosus* ausgezeichnet, so wie in allen organischen Einschlüssen mit jenem übereinstimmend. Dieser feste körnige Kalkstein wechselt nach unten zu mit häufigen dünnen, thonigen Mergellagen ab und wird rissig und zerklüftet, so dass die obern Gesteinbänke, die mehr Zusammenhang besitzen, oft in überhängenden Massen hervorragen. Diese

untern, grauen, mit Mergelgebilden verflochtenen Kalkschichten führen eine grosse Menge meist schön erhaltener Petrefakten, die, aus den Zwischenlagen losen Gesteins von den Gewässern ausgewaschen, an den ausgehenden Schichtenköpfen haften bleiben, wo sie mit leichter Mühe gesammelt werden können, wodurch die Lokalität, nächst Johannis und Lode, zu einem der reichsten Petrefaktenlager der Insel wird. Man beobachtet darunter besonders in grosser Menge die *Terebratula crassicostis* (Dalm.), ferner *Cypridina baltica* (His.), *Spiroribus imbricatus* n. sp., *Orthoceras imbricatum* Wahl., *Euomphalus funatus* Sow., *Capulus calyptratus* n. sp., *Spirifer osiliensis* n. sp., *Orthis lunata* Sow. und *Asmusii* Vern., *Chonetes sarcinulata* Kon., *Avicula reticulata* His., *Cyathophyllum hexagonum* Goldf. und *flexuosum* Goldf., *Calamopora polymorpha*, *Stromatopora concentrica* u. and. Zuunterst endlich liegen, im Niveau des Meeres, zusammenhängende Platten graublauen, mergeligen Kalksteins, von dem Ansehen der grauen Dolomite oder Wasserfliesse, durch die Analyse jedoch als kohlensaurer Kalk ausgewiesen, ein Gestein, das vorzüglich *Aulopora serpens* in Menge und mächtig grossen Stämmen enthält, und Schwanzschilder von *Calymene Blumenbachii* sehen lässt. Doch sind die aufgeführten Petrefakten, die durch häufigeres Vorkommen in einzelnen Schichtencomplexen solche zu charakterisiren dienen, nicht an die Grenzen dieser Schichten gebunden. Die gesammte Erhebung des Ufers, bis zur Höhe der landeinwärts gelegenen Ebenen, mag etwa 30′ betragen. Die ganze Böschung zum Meeresspiegel herab ist von Kalkgeröllen und Gruss überdeckt, die in sehr regelmässigen, unter einander parallelen Anschwemmungslinien terrassenförmig ansteigen, so zwar, dass jede Anschwemmungsstufe ihren steilen Abfall dem Meere zuwendet, land-

einwärts aber in sanft abschüssigener Ebene zu einem leicht vertieften Strich sich senkt, welcher an den steil anstrebenden Fuss der nächsthöhern Stufe anstösst. Die ganze Abdachung wird endlich landeinwärts begrenzt von einem, der Küste wie den Anschwemmungslinien der Kalksteingerölle parallelen Strich grosser erratischer Geschiebe, welche gleichfalls oft sehr deutlich in bogenförmigen Linien abgelagert sind. Selten kann man die Bildung der terrassenförmig ansteigenden Anschwemmungswälle eines Meeresufers so schön ausgeprägt finden, wie hier, an der Felsenküste zwischen Ficht und Leo.

Von Ficht aus führt ein Strandweg etwa 30 W. nordwestlich nach Hoheneichen, das an einem seichten Meeresarm gelegen ist. Ein Steinbruch, dicht bei dem Gute, zeigt einen graulichen oder röthlichen, plattenförmig brechenden, sehr festen Kalkstein, von feinsplitterigem oder dichtem, muscheligem Bruch, ohne Versteinerungen. Dagegen findet man am Meeressaume, etwa 2 W. vom Gute, einen felsigen, 10 bis 12′ hohen Küstenabsturz, der in einer Erstreckung von etwa 100 Klaftern die Schichtenköpfe der Gesteine zu Tage bringt und einen ächten Korallenkalk sehen lässt, in seinen obern Schichten gelblich oder graulich gefärbt, feinkörnig und splitterig, hart, in seiner ganzen Masse zum grossen Theil von kugeligen *Stromatoporen*-Stämmen gebildet, die, Geschieben ähnlich, von verschiedener Gestalt und Grösse, bis zu einem Fuss im Durchmesser, an den Ausgehenden der Gesteinbank hervorragen. An ihrer Aussenfläche lassen diese Korallenmassen kaum eine organische Struktur entdecken, und selbst im Innern der weissen, sacharoidisch-feinkörnigen, harten Marmormasse wird die ursprüngliche Organisation des Polypenstammes nur durch eine concentrische Streifung in

etwas dunkler gefärbten Zonen angedeutet. Zwischen diesen Kugeln, liegen bis fusslange und zolldicke, verzweigte Stämme, seltener kleinere Sphäroide von *Calamopora polymorpha*, nebst einzelnen *Cyathphyllen* und ein paar Brachiopoden, die auch in den untern Schichten vorkommen. Nach unten zu, nimmt dieser Korallenkalk eine mehr mergelige Beschaffenheit an, indem ein feinsplitteriger Plattenkalk von losen, schwarzgrauen Thon- und Mergellagen innig durchflochten wird, die dem ganzen Schichtencomplex eine graue Färbung ertheilen; in diesen Schichten wuchern hauptsächlich *Cyathophyllum flexuosum* Goldf., darunter einige Brachiopoden, namentlich *Terebratula diodonta* Dalm. und *Spirifer lineatus* Phill. sich einfinden. Die Mergellagen dieses untern Kalkgebildes werden von den Tagewassern durchdrungen, die ihre Ausgehenden beständig feucht erhalten und die Zerklüftung des Gesteins befördern, indem die losern Zwischenlagen aufgelöst und entfernt werden, wodurch die sie trennenden Kalkplatten zusammenbrechen. Das Ganze ist ein ausgesprochenes Korallenriff, an die ganz ähnlich gebildeten Kalklager von Ohlo, Pechel und Läppik, oder von Raiküll auf dem Festlande erinnernd.

Ein paar Werst von Hoheneichen, nördlich, nach Rootsiküll zu, begegnet man einem Steinbruch unweit des Gutes Limmanda, der einen feinsplitterigen, ins Feinkörnige oder Dichte übergehenden Kalkstein zeigt, worin *Terebratula cassidea* (Dalm.) und *canalis* Sow., *Murchisonia cingulata* (His.) und *Cypridina baltica* (His.), nebst einer andern, durch ihre ungewöhnliche Grösse ausgezeichneten Art desselben Geschlechts, die ich daher *Cypr. grandis* nenne, gefunden werden.

Der plattenförmige, dichte, graue Dolomit von Rootsiküll, 10 W. von Hoheneichen, mit seinen schönen, unver-

ändert erhaltenen *Eurypterus*-Resten, ist bereits vorhin (S. 35) besprochen worden. Er bricht dicht über dem Meeresspiegel, in mehrern kleinen Steinbrüchen bei dem Wita-Gesinde (Palamäggi). Der *Eurypterus remipes* Dekay ist darin häufig und zuweilen so vollständig erhalten, dass der Körper des Thieres, plattgedrückt, an der Ober- und Unterfläche von seiner membranösen Hülle bedeckt, beim Zerschlagen, aus dem Gestein herausfällt, wobei einzelne abgelöste Theile dieser Hülle, ihrer Leichtigkeit wegen, vom Winde weggeführt werden.

Etwa 12 W. nördlich von Rootsiküll liegt das Gut Tagamois, auf einem langen Vorsprung, der von der Nordwestküste der Insel gebildet wird. Diese breite Landzunge oder Halbinsel wird im Osten von der tief eingeschnittenen Bucht von Piddul begrenzt, die in ihrem Grunde einen schönen Hafen birgt. Ihre Westseite säumt ein steiles Ufer, das, gegen sein Nordende hin, in Gestalt eines etwa 40′ hohen, schroff und senkrecht abgestürzten Felsendammes, über den Wogen emporsteigt. Das Gestein, welches diesen Felsendamm in seiner ganzen Höhe bildet, ist ein kristallinischer oder feinsplitteriger, ins Dichte übergehender Kalkstein, horizontal gelagert, mit den organischen Einschlüssen, die diese Gruppe charakterisiren, darunter besonders häufig Brachiopoden zich zeigen; die *Terebratula cassidea* (Dalm.) führt in manchen Gesteinlagen die Alleinherrschaft, oder es finden sich mit ihr vergesellschaftet *Terebratula nucula* Sow., *reticularis* (L.) und *cuneata* Dalm., *Orthis elegantula* Dalm. und *orbicularis* Sow., selten *Spirifer insularis* (Eichw.), ferner ein paar Gasteropoden in sparsamen Individuen und wenige Korallen der allgemein verbreiteten Arten. Oft gewinnt das ganze Felsgebilde oder mächtige Schichtengruppen desselben einen mergeligen Charakter, in Zwischenlagen mit losen, thonigen Mergeln

wechselnd, die, von den Gewässern gelöst, die Zerstörung der Felswände befördern. Es ist dies die mächtigste Ablagerung, welche von Gesteinen der Kalksteingruppe gebildet wird und sie nehmen hier, nächst dem Mustel-Pank, zugleich die beträchtlichste senkrechte Höhe über dem Meeresspiegel ein. Das Plateau, welches dieses Felsenufer trägt, erstreckt sich als eine Ebene, die entweder in sanfter Böschung abgedacht ist, an ihren Rändern von Kalkgeröllen bedeckt, welche in regelmässigen, parallelen Anschwemmungslinien landeinwärts ansteigen, oder aber sie erstreckt sich söhlig bis an den Rand der senkrecht abstürzenden Felswände, in einer Entfernung von ein paar hundert Schritten landeinwärts aber von ihrem Rande, sieht man den steilen, geschiebebedeckten Abfall einer zweiten, um etwa 15′ höher gelegenen Terasse über die Ebene sich hinziehen. Das ganze Ufer trägt somit auch hier das deutliche Gepräge einer meerentstiegenen Küste.

Zu Piddul, im Grunde der gleichnamigen Bucht, wird derselbe Kalk, hier dicht und plattenförmig brechend, fast im Niveau der Meeresebene gewonnen, um zum Kalkbrennen benutzt zu werden; er enthält *Cypridina baltica* (His.), nebst einigen andern Thierresten. Tiefer landeinwärts besitzt jedoch das Gut Piddul noch andere Steinbrüche, auf welchen gelbe Dolomite als Bausteine gewonnen werden, theils ein compaktes, festes Gestein, theils sehr cavernös, einem Grottentuff ähnlich, den obern Schichten von Kuigaug entsprechend. Derselbe cavernöse Dolomit bricht, weiter nordöstlich von Piddul, in einer Schlucht bei dem Gute Kiddemets (S. 29), wo ein ansehnlicher Bach in seinen Klüften verschwindet, um zwischen den Gesteinbänken eine Strecke von gegen zwei Werst weit einen unterirdischen Lauf zu nehmen, bis er weiter unterhalb wieder an die Oberfläche tritt und eine Mühle treibt.

Diese Erscheinung, die noch häufiger im Gebiete der untern silurischen Felslagen am nördlichen Küstensaume Ehstlands beobachtet wird, findet auch hier wie dort eine entsprechende Erklärung in einer Auswaschung loser, thoniger Massen, die zwischen härtern Gesteinschichten als Zwischenlagen eingeschlossen vorkommen. Sie wiederholt sich, wie uns aus einer mündlichen Mittheilung des Hrn Baron Rudolph v. Ungern, zu Birkas, bekannt wurde [1]), auch an der Westküste Ehstlands, bei seinem Gute Nyby, unweit Hapsal, wo sie dieselbe Erklärung findet, jedenfalls also der silurischen Gruppe unserer Baltica allgemein zukommt und, bei dem so häufig darin vorkommenden Wechsel thoniger Zwischenlagen mit festern, kalkigen Gesteinen, auch gar nicht selten ist.

Wir berühren endlich die hohe Felsenküste des Mustel-Pank, auch schlechtweg Pank genannt, welche etwa 30 W. westlich von Soela-Sund, der Durchfahrt zwischen Oesel und Dagö, ins offene Meer sieht. Es ist ein mächtiger Felsendamm, über 100′ hoch, — der höchste Punkt der Insel, wie es heisst, — senkrecht über den Meeresspiegel emporragend, sein Fuss bei Seewinden von den brandenden Wogen unterwaschen. Die Erstreckung jedoch, in welcher er diese Höhe erreicht, ist nur gering, indem er ost- und westwärts allmälig in sanfter Neigung sich senkt, wobei die anstehenden Gesteine unter angeschwemmten Geschiebemassen sich verlieren. Eine entsprechende Senkung nach beiden Enden hin lassen auch die Schichtenköpfe der Gesteine beobachten, die an den Felswänden zu Tage ausgehen, so dass eine hügel-

1) Wir ergreifen diese Gelegenheit, um, eingedenk der freundlichen Gewogenheit des Hrn Baron Ungern, die uns in seinem gastlichen Hause bewillkommnete, uns vor ihm wegen einer Unachtsamkeit zu entschuldigen, die es veranlasste, dass sein Vorname, auf S. 61 dieser Blätter, falsch genannt worden ist.

förmige Emportreibung der ganzen Schichtengruppe beobachtet wird, die offenbar auf eine Kraft schliessen lässt, welche von einem Punkte oder einer Linie aus hinaufwirkte, ein analoges Verhältniss, wie es am Ojo-Pank, bei Johannis, besonders aber in dem Aufrisskessel oder sogenannten Krater von Sall sich gestaltet.

Was die Natur der Schichten am Mustel-Pank betrifft, so ist das Felsenufer leider sehr wenig dazu geeignet ein lehrreiches Profil abzugeben, indem einerseits die genauere Beobachtung an den schroffen und senkrechten Felswänden sehr schwierig wird, anderseits aber die Schichten mit mergeligen Gebilden so sehr verflochten sind, dabei so wenig und schlecht erhaltene Petrefakten führen, dass man über ihre Natur nicht leicht einen sichern Aufschluss erlangt. So viel ergab uns die Beobachtung, dass die obern Schichten dieses Felsgebildes einen mehrmaligen Wechsel von feinkristallinischem, grauem oder bräunlichem Dolomit mit Schichten grauen, körnigen Kalkes zeigen, welche letztere nur sehr untergeordnet erscheinen und zwischen den Dolomitschichten vielfach sich auskeilen und verlieren. In den mittlern und untern Teufen aber verschwindet der kristallinische Kalk gänzlich und das ganze Gebilde stellt eine mächtige Schichtenfolge grauer, feinkörniger oder dichter Dolomite dar. Die untern Lager zeigen einige eingeschlossene Thierreste, deren Schalen sämmtlich zerstört sind, darunter jedoch die Schwanzschilder des *Encrinurus punctatus* und der *Calymene Blumenbachii*, so wie *Orthis Asmusii*, *Halysites labyrinthica* und *Stromatopora concentrica* mit Sicherheit erkannt wurden. Auch fanden sich, bei genauerer Durchsicht der mitgenommenen Handstücke, in dem Gestein ein paar Exemplare eines für die obersilurischen Schichten Englands und Schwedens charakte-

ristischen Graptolithen, des *Diplograpsus Priodon* Br. Dieselben Schichten enthalten häufige Kalkspathdrusen (S. 35), so wie hie und da etwas eingesprengten Schwefelkies; Kalkspathdrusen von ganz ähnlichem Ansehen werden übrigens auch in den obern Schichten körnigen Kalkes angetroffen. Die untern, grauen Dolomitschichten sind in ihrem äussern Ansehen, wie in ihren organischen Einschlüssen, übereinstimmend mit den untern Schichten am Ojo-Pank, während nach oben zu ein Wechsel von Kalk- und Dolomitschichten uns zu erkennen gibt, dass die Gesteine der beiden Gruppen nicht immer durch eine scharf gezeichnete Linie von einander geschieden sind, sondern durch Wechsellagerung zuweilen zu Einem Gebilde verschmelzen, eine Beobachtung, auf die wir schon durch die Schichten von Neuenhof (S. 58) hingeführt wurden.

Oestlich vom Mustel-Pank, erstreckt sich nun ein von Nadelwaldungen bestandenes Flachland, mit niedrigen Gestaden, bis jenseits Soela-Sund hin, wo auch die Waldungen nach und nach verschwinden und nur Wachholderhaiden, nebst Haufwerken erratischer Geschiebe, mehr oder weniger regelmässig am niedrigen Küstensaume abgelagert, dem Landstrich nach der Küste Johannis zu seinen Charakter ertheilen.

Nach dieser Darstellung der Lagerungsverhältnisse und der Verbreitung der Gesteine unserer obern silurischen Gruppe, hätte ich nun eine Vergleichung derselben mit den gleichzeitigen Niederschlägen der benachbarten Gebiete Russlands und Skandinaviens, so wie eine auf ihre organischen Einschlüsse begründete Parallelisirung mit den einzelnen Schichtengruppen der Silurformation Englands, die für unsere Kenntniss dieser Gesteine als klassischer Boden gilt, genauer durchzuführen.

Ueberwiegende Beweggründe veranlassen mich jedoch diese Untersuchungen einstweilen noch der Zukunft anheimzustellen, indem ich für jetzt nur im Allgemeinen, als Ergebniss einer vorläufigen Vergleichung, das Resultat anführe, dass die Fauna unserer obern silurischen Schichten mit der in den Schichten der Insel Gothland begrabenen am Genauesten übereinstimmt, dass solche ferner derjenigen der obern silurischen Abtheilung Englands sehr nahe steht und zwar, specieller bezeichnet, die Gesteine unserer Dolomitgruppe dem englischen Wenlokkalk, die der Kalksteingruppe den Ludlowgesteinen Englands entsprechen. Diese Resultate sind, wenigstens in ihrem allgemein ausgesprochenen Theile, nicht mehr neu zu nennen, indem schon Pander, aus seinen Forschungen auf der Insel Oesel, so wie die Verfasser des Werkes „Geology of Russia in Europe" im Wesentlichen zu demselben Schlusse gelangten. Meine Ueberzeugung ist nur insofern abweichend, als ich die Schichten mit *Pentamerus* nicht als eine eigene Gruppe gelten lassen kann, die, nach der Ansicht Murchison's, Verneuil's und Keyserling's, die obersten Lager der untern silurischen Abtheilung bilden würde, sondern vielmehr die Pentameren als charakteristische Leitmuschel der ganzen obern silurischen Etage erkenne, welche in den Dolomiten, wie in den Kalksteinen dieser Gruppe gleich verbreitet ist. Durch die speciellere Untersuchung und und Vergleichung sollen noch einige andere Arten als Leitmuscheln sich ausweisen, die sowol die obere silurische Abtheilung im Allgemeinen, als ihre beiden Formationsglieder insbesondere zu charakterisiren dienen.

Und nun endlich bin ich gehalten einige Bemerkungen über die Gebilde einer neuern und neuesten Zeitperiode einfliessen zu lassen, welche an der Oberfläche unserer Schichten

der obern silurischen Abtheilung angetroffen werden, ihre unmittelbare Decke bildend. Alle diese Ablagerungen tragen den Charakter der Diluvialgebilde und werden von Schichten der Neuzeit bedeckt. Jene ältern Anschwemmungen bestehen in Thon-, Sand- und Geschiebelagern, die in grösserer oder geringerer Mächtigkeit über weite Flächenräume verbreitet sind. Diese Gebilde sind jedoch noch viel weniger gründlich studirt worden, als ihre felsige Unterlage, und auch ich meinerseits konnte ihnen nur eine sehr oberflächliche Ansicht zuwenden, obschon sie gewiss eine ganz specielle und detaillirte Untersuchung verdienten, indem sie uns über die Configuration der Küsten in der jüngst vorangegangenen Periode, so wie über die das erratische Phänomen begleitenden Erscheinungen wichtige Aufschlüsse zu geben im Stande wären. Ich will daher auch nur einiger speciellen Vorkommnisse gedenken, die für die geologische Geschichte dieses Erdtheils bemerkt zu werden verdienen.

Wir haben überall die Aufmerksamkeit unserer Leser auf die Gestaltung der Küsten, die regelmässige Ablagerung ihrer Gruss- und Geschiebemassen in parallelen Anschwemmungslinien bis weit über das Niveau des jetzigen Meeres hinan, die bogenförmigen Reihen erratischer Geschiebe und dergl. m. hingelenkt, Erscheinungen, die dem Beobachter auf Schritt und Tritt entgegentreten und ihm die Flächen, über die er hintritt, auf das Entschiedenste als gehobenen Meeresstrand bezeichnen. Allein auch noch andere sprechende Beweise hinterliess das Meer von seiner Anwesenheit in einer jüngst verflossenen Vorzeit über Flächen, die jetzt weit von dessen Küsten entfernt oder hoch über dessen Niveau erhaben sind. Dahin gehören zumal die Ablagerungen von Meeresmuscheln, die, in einem subfossilen Zustande, in

diluvialen Sand- und Grussmassen begraben, hie und da angetroffen werden und deren, bei einiger Aufmerksamkeit auf diese Gebilde, ohne Zweifel viele entdeckt werden müssen. Oserský sah dergleichen Muschellager auf der Insel Nuckö, so wie auf dem gegenüberliegenden Festlande bei Nyby und, noch weiter landeinwärts, auf dem Wege nach dem Kloster Padis[1]). Mir sind sie auf Oesel und Dagö bekannt geworden. Unweit von dem Gute Piddul, im Grunde der gleichnamigen Bucht, an der Nordwestküste Oesels gelegen, findet sich ein solches Lager, das ich an zwei verschiedenen Punkten beobachtete, zuerst bei der Sägemühle daselbst, etwa eine Werst von der jetzigen Meeresküste entfernt, wo das Meer seit Jahrhunderten nicht hingelangte, auf einer Ebene, deren Boden von Meeressand gebildet wird, von demselben Ansehen, wie solcher noch jetzt an der Küste liegt. In einer Tiefe von etwa zwei Fuss werden in diesem Sande zwei übereinanderliegende dünne Muschellagen entdeckt, hauptsächlich von *Cardium edule* L. gebildet, nebst *Tellina baltica* L., *Paludinella stagnalis* L., Fragmenten von *Mytilus edulis* L., und, seltener, von *Neritina fluviatilis* (L.) und *Limnaeus succineus* Nilss. Dieses Muschellager scheint über die Ebene, durch welche ein Bach mit mässigem Gefälle ins Meer hinab sich schlängelt, sehr gleichmässig verbreitet zu sein, denn man findet dasselbe noch weiter abwärts an dem bezeichneten Bach, bei einer Mahlmühle, etwa hundert Klafter vom jetzigen Meeressaume entfernt und gleichfalls dem Meere und seinen höchsten Sturmfluthen längst entrückt, an den Seiten eines Grabens am Wege blossgelegt, wo es nur von einer dünnen Rasenschicht bedeckt wird. Es zeigt sich auch hier

---

1) Oserský, a. a. O. S. 48.

von denselben Muschelarten gebildet, worunter besonders Myriaden von *Cardium*schalen und *Paludinella* die Herrschaft führen. Die erstere Muschel wird auch jetzt noch, sammt *Mytilus edulis, Tellina baltica* und *Mya arenaria* in Menge an den sandigen Küstensaum des Piddul-Busens ausgeworfen; die *Mya* wurde aber in dem fossilen Muschellager nicht beobachtet, während dagegen *Paludinella* und *Neritina* unter den lebend ausgeworfenen Muscheln nicht vorkommen, ein Umstand, aus dem wir zu der Folgerung uns veranlasst finden, dass in jener ältern Periode die Sandmassen weniger herrschend den Meeresgrund des Piddulbusens bedeckten, dessen Küsten vielmehr in niedrigen Felsenplatten sich erhoben, welche jetzt die Steinbrüche am Meeresufer bilden.

Ein zweites Vorkommen subfossiler Meeresmuscheln entdeckte ich bei dem Pallokülla-Kruge auf Dagö. In dem daneben befindlichen Steinbruch werden die Ausgehenden des kristallinischen Kalksteins von einer etwa 1½ Fuss mächtigen Ablagerung von Diluvialgruss bedeckt, welcher aus grobem Sand und kleinen Kalkgeschieben, darunter auch sparsame Geschiebe eruptiver Gesteine sich einfinden, gebildet wird. Diese Grussschicht enthält eine Menge Muscheln, die alle die noch lebende und vorhin bereits fast vollständig aufgezählte Ostseefauna unserer Küsten bilden, worunter jedoch eine Art an denselben Küsten heutzutage nicht mehr angetroffen wird, nämlich die *Littorina rudis* Mont., wol aber bei Reval vorkommen soll [1]). Mitten unter diesen Meeresresten, fanden sich auch einige Individuen der *Helix pulchella* Müll., — ob vom benachbarten Festlande in die Ablagerung von Meeresmollusken hineingeschwemmt, oder aber aus der leben-

1) Middendorff, „Beiträge zu einer Malacozoologia rossica" II. p. 56.

den Landschneckenfauna der Gegend durch Zufall hineingerathen, will ich unentschieden lassen. Endlich wurden, unter demselben Geschiebegruss, einige Brachiopoden und Bruchstücke von Korallen der silurischen Kalksteinschichten beobachtet.

Bei Grossenhof, auf Dagö, war, beim Durchschneiden eines Grabens, eine etwa spannehohe Muschelschicht durchsunken worden, die, von einer 3 bis 4 Fuss mächtigen Ablagerung von losem Meeressand gedeckt, über Thonschichten ruhte, welche den anstehenden Fels zur Unterlage hatten. Auch fand ich, bei Besichtigung der Lokalität, die Schalen von *Cardium* und *Tellina* noch in Menge an den Grabenseiten auf dem Sande liegen. Eine ähnliche Muschellage war bei dem Pastorate Pühalep, unweit Grossenhof, unter analogen Verhältnissen vorgekommen. Bei der Kirche Pühalep war es mir aufgefallen, mitten in den Steinbrüchen, hie und da lose umherliegende Schalen von *Cardium* und *Tellina*, nebst *Litorina rudis* Mont., anzutreffen; obwol es mir nun nicht gelang, sie in dem das anstehende Gestein deckenden Diluvialgruss sofort ausfindig zu machen, so zweifle ich doch keineswegs, dass ihr ursprüngliches Vorkommen hier allein zu suchen sei. Etwa 10 Werst landeinwärts von dem Gute Putkas endlich, das unweit der Kirche Keinis, an der Südostküste von Dagö gelegen ist, hatte man, beim Abteufen eines Brunnens, mit mehreren Klaftern Tiefe den Meeressand noch nicht durchsunken, in welchem mehrmals, in verschiedenen Höhen, Muschellagen vorgekommen waren.

Aus allen diesen Thatsachen folgt nun, dass die Lager subfossiler Meeresmuscheln auf Dagö allgemein verbreitet sind; auch gibt hier ein weisser, feiner Meeressand überall die oberflächliche, von Rasen oder Heidetorf bedeckte Diluvialschicht ab, die bald dem anstehenden Gestein unmittelbar

aufliegt, bald einem grauen plastischen Thon aufgelagert ist, der in mehrern Ziegeleien verarbeitet wird. Da, wo die unterliegende Thonschicht fehlt, ist der Boden dürr und, in trockenen Sommern, unfruchtbar, indem die atmosphärischen Niederschläge, durch den Sand dringend, zwischen den Klüften der Kalksteine sich verlieren; wo dagegen eine thonige Unterlage die Gewässer längere Zeit vor dem Durchsickern aufhält, bleibt der Boden feucht und trägt eine gute Vegetation. Die mächtigsten Ablagerungen von Diluvialmassen, Sand und Thon, findet man im Südosten der Insel, im Kirchspiel Keinis, welches daher als die Kornkammer von Dagö bezeichnet wird, dagegen im Norden und Nordwesten, im Kirchspiel Roicks, die Thonlage ganz wegfällt, der Boden daher dürr und unfruchtbar wird. Aus demselben Grunde sind aber auch die Niederungen im Innern der Insel, jene durch alte Geschiebewälle und Felsenriffe zuerst vom Meere abgeschiedenen, umschlossenen Becken, deren Grund von Thonlagern gebildet wird, in grosse Moräste und Torfniederungen ausgebreitet, das Innere der Insel daher nur spärlich bewohnt. Diese Torfmassen selbst gehören auch zum Theil bereits einer ältern Bildungsperiode an, indem zuweilen fossile Thiergebeine in dem Torf eingeschlossen gefunden worden sind; so wurde uns von dem Hrn Pastor Sengbusch, Prediger zu Pühalep, ein Elenngeweih geschenkt, das ich, nach seinen colossalern Verhältnissen, für ein fossiles hielt, eine Vermuthung, die durch eine genauere Untersuchung meines verehrten Freundes, des Hrn Dr Asmuss, ihre Bestätigung fand, indem es, nach seinem Dafürhalten, einem etwa drittehalbjährigen Individuum des *Cervus alces fossiles* H. v. Mey., angehörte. Das lebende Elenn ist seit Menschengedenken auf der Insel nicht angetroffen worden, auch weiss die Sage der Eingeborenen von einem frühern Vor-

kommen daselbst nicht zu berichten. Dass endlich das in Rede stehende Geweih wirklich ein fossiles sei, dies wurde noch durch eine von dem Hrn Prof. **Schmidt** angestellte vergleichende Analyse desselben mit einem lebenden Elenngeweih ausser allen Zweifel gesetzt. Diese ergab die Zusammensetzung der Geweihe unseres fossilen, eines lebenden Elenn und eines Hirsches in folgenden Verhältnissen:

	Fossiles Elenn.	Lebendes Elenn	Hirsch.
Organische Stoffe (Collagen) . . .	38,90	42,73	49,72
Phosphorsaurer Kalk (nebst etwas phosphors. Magnesia und Fluorcalcium) .	47,99	47,83	43,11
Kohlensaurer Kalk	13,11	9,44	7,17
	100,00	100,00	100,00

Daraus ergibt sich das Verhältniss der unorganischen Bestandtheile in 100 Theilen:

	Fossiles Elenn.	Lebendes Elenn.	Hirsch.
Phosphorsaurer Kalk (nebst etwas phosphors. Magnesia und Fluorcalcium) .	78,54	83,53	85,75
Kohlensaurer Kalk	21,46	16,47	14,25
	100,00	100,00	100,00

Das fossile Geweih hatte mithin organische Stoffe verloren und dagegen kohlensauren Kalk aufgenommen. Im Allgemeinen aber hatte es an Gewicht etwas verloren, denn es zeigte, 24 Stunden in Wasser geweicht, ein specifisches Gewicht von 1,874, während solches an einem ebenso behandelten Geweih des lebenden Thieres = 1,901 befunden wurde.

Vorkommnisse der Art, die ein höheres Alter vieler unserer Torfmoore zu dokumentiren im Stande wären, mögen nun gewiss mehr als einmal stattgefunden haben; allein bei dem geringen Interesse, das geologischen Forschungen im

Allgemeinen in unserem Lande zu Theil wird, werden sie nicht notirt und gehen daher für die Wissenschaft verloren.

Wie die Muschellager, die Gruss- und Geschiebewälle u. s. w. eine wichtige Bedeutung für das Studium der jüngsten Diluvialgebilde gewinnen, so sind uns aus dem Anfang derselben Zeitperiode jene polirten und geschrammten Felsflächen geblieben, die zur Beleuchtung des erratischen Phänomens viel beitragen müssen, sobald sie einmal auf grössern Flächenräumen nachgewiesen und verfolgt worden sind. Im Gebiete unserer horizontal gelagerten Gesteine, hatte sie Eichwald, bei dem Gute Orriak, auf der kleinen Insel Kassar, südöstlich von Dagö, zuerst entdeckt[1]); später erwähnte ihrer Osersky auf der Strecke zwischen Grossenhof und dem Pastorate Pühalep, auf Dagö, sowie im Neuenhofschen Steinbruch, unweit Hapsal[2]). An letzterem Orte habe ich sie nicht wahrgenommen, da sie hier erst durch Abräumen von Schuttland auf den Felsflächen sichtbar werden sollen; bei Orriak findet man sie an vielen lose liegenden Gesteintrümmern, die einerseits abgeschliffen und geschrammt erscheinen. Am schönsten aber sind sie bei der Kirche Pühalep, so wie auf dem Wege von da nach dem Pastorate und dicht bei diesem zu beobachten. Die Gesteine liegen hier überall in geebneten und polirten Felsflächen zu Tage, die stets sehr deutlich geschrammt, und zwar in der Regel nach zwei Richtungen, die unter einem spitzen Winkel sich schneiden, geschrammt sind. Auf den an den Garten des Pastorats anstossenden Felsflächen findet man diese Richtungen von NO nach SW h. 3 und von ONO nach WSW h. $4\frac{1}{2}$, und zwar sind jene, die nordöstlichen Schrammen, stets die tiefer eingeprägten, die andern durch-

1) Eichwald, Urw. II. S. 27.
2) Osersky, Geogn. Umr. d. nordwestl. Ehstl. S. 40.

setzenden. Bei der Kirche sieht man die Schrammen, auf einer etwas nördlich geneigten Felsfläche (dicht beim Kirchenkruge), von N nach S und von NNO nach SSW streichen, die erstern als die tiefer ausgeprägten.

Wenn man nun die Schrammenlinien in ihrem Verlaufe genauer beobachtet, so wird man unabweislich zu der Folgerung geführt, dass die Kraft, die diese Linien eingrub, von einem ritzenden Körper ausgeübt wurde, der in einem leicht beweglichen Medium, also im Wasser, getragen ward. Man ersieht dies namentlich aus dem Umstande, dass die Schrammen, überall wo ein härterer Körper in dem Gestein, etwa ein eingeschlossener organischer Rest, sich vorfindet, der als erhabener Knoten, sei es auch nur von Stecknadelkopfsgrösse, über der geglätteten Felsfläche hervorragt, nicht zermalmend über denselben hinweggehen, sondern vielmehr die Abschleifung der Felsflächen stets in der Weise sich gestaltet, dass hinter jedem, auch noch so kleinen, als Erhabenheit vorragenden Körper, eine schmale, dem Durchmesser desselben und seiner Höhe genau entsprechende, lange und schnurgerade gezogene, erhabene Leiste sich fortzieht, welche im Schutze dieses härtern Gesteinknotens sich anlegt, gegen ihr Ende hin allmälig in der Fläche sich verlierend. Hat der vorragende Knoten einen grössern Durchmesser von etwa einigen Linien, so wird der hinter ihm liegende kleine erhabene Gesteingrat von zwei in einem spitzen Winkel convergirenden Linien begrenzt; dessen Abdachungen aber zeigen sich beiderseits von ebenso convergirenden Schrammen gefurcht. Eine ähnliche Flächengestaltung, wie hier auf den Felsflächen, lässt sich etwa auf der sanft geneigten Ebene eines Waschheerdes beobachten, wo man hinter jedem über der Sandfläche vorragenden Geschiebe einen erhabener Sandstrich, in Durchmesser

und Höhe diesem Geschiebe entsprechend, stromabwärts sich hinziehen sieht, indem der vorragende Körper die wegschwemmende Kraft des Wassers, für den in der Richtung der Strömung hinter ihm gelegenen Strich, auf einige Entfernung aufhebt. Nur ein grober, im Wasser über die Felsflächen hingetragener Sand oder Gruss konnte eine Abschleifung und Schrammung in den Formen, wie solche beobachtet werden, bewirkt haben. Man ersieht zugleich, dass die Richtung, in welcher das schleifende Material getragen wurde, wirklich von Nord nach Süd, und nicht etwa im entgegengesetzten Sinne wirkte, indem die geglättete Felsfläche stets von der Nordseite bis an den Körper heranreicht, der erhabene Strich aber hinter ihm und durch ihn geschützt, an seine Südseite sich anlegt.

Es sind, meiner Ansicht nach, diese Thatsachen allein völlig hinreichend, um jeden Gedanken an eine Schrammung durch Geschiebe, die der Sohle von Gletschereismassen anhafteten, zu entfernen, wenn es noch einen Geologen gibt, der an eine solche Schrammung durch Gletscherbewegung in den söhligen weiten Ebenen des Nordens im Ernst zu glauben vermöchte. Aber auch Geschiebe, die etwa von schwimmenden Eismassen getragen worden wären, konnten ebensowenig die Schammung in dem Gepräge, wie sie hier gesehen wird, hervorgebracht haben, und somit bleibt denn jene vorhin von uns angedeutete Ansicht als die einzig wahrscheinliche Hypothese stehen, welche die Abschleifung und Schrammung befriedigend zu erklären vermag. Ueberdies widerspricht der Umstand dass die Schrammen oft zweien bestimmten Richtungen auf einer und derselben Ebene folgen, ebensosehr der Erklärung des Phänomens durch Gletscherbewegung, die nur eine Richtung möglich macht, wie auch der durch schwimmende Eismassen, die alle Richtungen erfordert, findet dagegen eine

leichte Erklärung in unserer Ansicht, durch eine eintretende Veränderung in der Richtung der Strömung; ja, nur eine solche Veränderung in der Richtung der Strömung, welche dann zugleich mit einer Veränderung in deren Intensität verbunden sein kann, wovon wiederum die Grösse der Elemente, die sie zum Schleifen der Felsflächen herbeiführt, abhängig ist, vermag uns die Thatsache zu erklären, dass die Schrammen Einer Richtung regelmässig tiefer eingeschnitten sind, als die der andern. In unserem vorliegenden Fall, bei Pühalep, z.B., war die der Nordlinie näher liegende Strömung, welche die tiefern Schrammen hervorbrachte, die intensivere, die ein gröberes Schleifmaterial schwebend fortzubewegen vermochte. Die Beobachtung Eichwalds aber, der die Felsflächen auf Kassar nach allen Richtungen ohne Unterschied geschrammt sah, erlaube ich mir einstweilen in ihrer Richtigkeit zu bezweifeln, um so mehr, da Eichwald solche mit der Schrammung der Felsflächen in Finnland vergleicht, wo sie mir nie in der Weise begegnet ist, obwol ich durch ganz Finnland, in den Lappmarken und an der Küste des russischen Lapplands herum stets aufmerksam die Schrammenrichtung beobachtete; ich fand in der Regel nur Eine, selten zwei, und nur ausnahmsweise drei Richtungen zusammen, welchen die Schrammen einer Felsfläche folgten, und beobachtete auch hier wieder die Erscheinung, dass die Schrammen einer Richtung oft regelmässig tiefer eingeprägt waren, als die der andern.

Wir hätten endlich noch der Alluvialgebilde zu gedenken, die im Gebiete unserer obern silurischen Schichtengruppe angetroffen werden, zumal da solche das Material zu ihrer Bildung nicht blos den unterliegenden losen Schichten des Diluviums entnehmen, sondern auch die festern Gesteine

der paläozoischen Periode, die an ihren Ausgehenden von den atmosphärischen Gewässern, von Bächen, Flüssen und vom Meere fort und fort zerstört werden, einen nicht minder erheblichen Antheil an ihrer Bildung haben. Dies lässt sich, unter Andern, an einem eigenthümlichen Gebilde des obersilurischen Küstengebiets nachweisen, welches seine Entstehung im Wesentlichen der Unterwaschung jener ältern Sedimentgesteine verdankt. Ich meine den an den Küsten dieses Gebiets so verbreiteten, in seinem Vorkommen jedoch auf diese allein beschränkten, heilsamen Meeresschlamm, der Hunderte von Badegästen, mit inveterirten gichtischen und rheumatischen Uebeln behaftet, zur Sommerzeit an diese Küsten lockt, um sich hier Heilung oder Erleichterung durch warme Schlammbäder zu verschaffen. Dieser Schlamm findet sich im Innern ruhiger Meeresbuchten abgelagert, an deren Gestaden oder in deren Nähe mergelige, leicht zerstörbare Gesteine unserer Dolomitgruppe zu Tage ausgehen. So finden wir ihn bei Hapsal, im Innern der tief eingeschnittenen Meeresbucht, vorzüglich im Schutze der Insel Nuckö, an deren Südostufer, bei Schotanes, über einem seichten Meeresgrunde in Menge angehäuft; am Westufer der Insel Moon, von Wachtna bis Grossenhof hinab; in der Bucht von Kielkond und am Südufer der Insel Filsand, an der Westküste Oesels; endlich in mehrern seichten Buchten der Südküste Oesels, östlich von Arensburg. Die Schlammbäder von Arensburg aber beziehen ihren Schlamm aus einem 4 Werst im Westen des Städtchens gelegenen, gegenwärtig vom Meere bereits völlig abgeschiedenen, flachen Becken, der sogenannten kleinen Einwiek, die, mit der westlich benachbarten grossen Einwiek, zwei abgesonderte, seichte Tümpel der Ostsee darstellt, welche durch einen schmalen Strich feuchter, niedrig gelegener Heu-

schläge vom Meere getrennt sind, untereinander aber durch einen kleinen, versumpften Bach zusammenhängen; die Verbindung mit dem Meere wird heutzutage nur durch das kurze und seichte Flüsschen Nasswa vermittelt, welches, diesen Tümpeln entfliessend, etwa 6 Werst von Arensburg ins Meer fällt. Der Schlamm, der zum Verbrauch der Arensburger Bäder erforderlich ist, wird in grossen Räderkästen zur Stadt gebracht. Da jedoch seine Bildung hier als ziemlich abgeschlossen betrachtet werden kann, so ist auch der Vorrath daran nicht unerschöpflich und man wird vielleicht schon nach einer nicht gar langen Zeit sich nach andern Schlammvorräthen umsehen müssen, die man denn in den östlicher gelegenen Meeresbuchten finden wird. Ueberhaupt ist das Vorkommen des Schlammes nicht auf die angegebenen Lokalitäten allein beschränkt; er wird vielmehr auch an andern Küstenpunkten, die eine geschützte Lage und seichten Grund haben, wenn schon nicht überall in der Menge angehäuft. So lassen z. B. manche Striche in der Meeresbucht zwischen der Halbinsel Schworbe und der Südwestküste Oesels, bei Landwinden, die die See niedrig halten, einen wahren Kloakengeruch empfinden, von dem Schwefelwasserstoff ihrer in Zersetzung begriffenen Schlammassen herrühend.

In allen diesen Lokalitäten hält sich der Schlamm als eine leichte, bewegliche und schlüpfrige, schwarze Masse, über einem festern, grauen Untergrunde, der von fein zertheiltem grauem Thon und feinem weissem Quarzsand gebildet wird. Die Mächtigkeit dieser beweglichen Schlammschicht ist sehr verschieden, nur einige Zoll und bis über einen Fuss betragend. Um nun die Frage über dessen Bildung zu erläutern, müssen wir die Analysen befragen, deren uns jüngst zwei sehr genaue durch den Hrn Prof. Schmidt gegeben

worden sind[1]). Nach diesen, finden sich der **Arensburger** Schlamm, aus der kleinen Einwiek, und der **Hapsaler**, aus folgenden Stoffen zusammengesetzt.

	Arensburg.	Hapsal.
Schwefeleisen	2,575	1,961
Kohlensaurer Kalk	1,462	1,445
Schwefelsaurer Kalk	0,171	0,054
Schwefelcalcium	0,024	0,045
Schwefelammonium	0,018	—
Schwefelsaure Magnesia	—	0,036
Chlormagnesium	0,240	—
Chlorkalium	0,391	0,048
Chlornatrium	0,147	0,163
Phosphorsaurer Kalk, Phosphorsaure Magnesia	0,002	0,002
Jod- und Bromnatrium	Spuren	Spuren
Silikate: Kieselsäure	47,892	62,725
Silikate: Thonerde	3,897	
Silikate: Eisenoxyd	1,045	
Silikate: Kalk, Magnesia, Kali, Natron	0,300	
Organische Substanzen	2,216	1,819
Wasser mit Schwefelwasserstoff gesättigt	39,620	31,709
	100,000	100,000

Unter diesen Stoffen, finden wir nun zuvörderst die unlöslichen Bestandtheile unserer grauen Dolomite in unveränderter Beschaffenheit (Kieselerde und Silikate zum Theil, kohlensaurer Kalk, organische Substanz z. Th.), dann solche, die von den Detritusmassen des Diluviums und anderer Meeresdrift geliefert wurden (Kieselerde und Silikate z. Th.), ferner Substanzen, die allgemein dem Meerwasser aller Meere angehören, im aufgelösten Zustande darin enthalten (schwefelsaurer Kalk z. Th., Chlormagnesium, Chlorkalium, Chlornatrium, phosphors. Kalk-Magnesia, Jod- und Bromnatrium, organische

1) S. im „Inland“, Jahrg. 1852. Nr. 24. (S. 481).

Substanzen z. Th.), und endlich Stoffe, deren Bildung erst durch eine chemische Wechselwirkung der einen auf die andern vermittelt wurde; zu diesen letztern gehört namentlich alles Schwefeleisen, so wie ein Theil der löslichen Schwefelsalze. Organische Substanzen, Seegräser, die den Boden seichter Meeresbuchten bedecken und in grosser Menge an ihren Ufern angehäuft werden, weniger thierische Stoffe, namentlich kleine Mollusken und Crustaceen, Fische u. s. w., unterliegen in dem bedeutend erwärmten Wasser solcher Buchten einem lebhaften Zersetzungsprocess, bei welchem Wasserstoff und Schwefelwasserstoff, Wasser, Kohlensäure und Ammoniak entwickelt werden. Der Schwefelwasserstoff wirkt nun reducirend auf das Eisenoxydhydrat, das aus dem kohlensauren Eisenoxydul des Dolomits durch eine höhere Oxydation und Zersetzung desselben hervorgeht; es wird zu Schwefeleisen reducirt, unter Bildung von Wasser. Diesem feinzertheilten und in verhältnissmässig grosser Menge enthaltenen Schwefeleisen verdankt der Schlamm seine schwarze oder schwarzgraue Färbung. Dass die Bildung des Schwefeleisens in der angegebenen Weise stattfindet, wird aus Beobachtungen, die auch an andern Orten bereits gemacht wurden, fast ausser Zweifel gesetzt; eine andere Frage aber ist, ob alles von den Dolomiten gelieferte Eisen zu Schwefeleisen reducirt wird, namentlich auch das als Silikat einen Theil der Thonerde darin ersetzende Eisenoxyd? und diese Frage möchte wol verneinend zu beantworten sein, wie denn auch die Analyse dieses Eisen noch als unzersetztes Silikat angibt.

Es ist endlich auch noch die hin und wieder geäusserte Meinung zu erwähnen, dass die Schlammmassen ihren Gehalt an Schwefeleisen den Schwefelkiesen verdankten, die in den Gesteinen häufig eingesprengt vorkämen, eine Ansicht, die jedoch

durchaus unhaltbar ist, indem der Schwefelkies nur in der untern Abtheilung des Systems häufiger und zuweilen in selbständigen Gesteinlagen vorkommt, wo jedoch keine Schlammmassen sich finden, während er dagegen in den obern silurischen Schichten immer nur in sehr geringen Quantitäten in den Gesteinen enthalten ist, die jedenfalls in keinem Verhältniss zu dem beträchtlichen Schwefeleisengehalt des Schlammes stehen.

Um nun diejenigen Stoffe in unserem Schlamm ausfindig zu machen, die entschieden dem Meerwasser angehören, sind wir, durch eine gütige Mittheilung des Hrn Professor Schmidt, in den Stand gesetzt, die soeben von ihm ausgeführten, genauen Analysen des Ostseewassers von der Nordküste Esthlands, bei der Poststation Chudleigh (36 W. westlich von Narwa), zu Rathe zu ziehen. Das Wasser hierzu wurde, bei ruhigem Meere und fast windstillem Wetter, für die erste Analyse, die das Mittel aus zwei Arbeiten angibt, in einer Entfernung von etwa 30 Fuss, für die zweite in einer Entfernung von 80 Fuss von der hohen, felsigen Meeresküste geschöpft. Zu diesen fügen wir eine dritte Rubrik hinzu, eine von Usiglio neuerdings angestellte Analyse von dem Wasser des Mittelmeers enthaltend [1]), welche eine Vergleichung der chemischen Zusammensetzung des so salzarmen Wassers der Ostsee mit dem des salzreichsten Meeres der Erde gestattet, Vergleichung, aus welcher hervorgeht, dass das Verhältniss der Salze in beiden Meeren sehr nahe dasselbe bleibt, und nur der absolute Salzgehalt verschieden ist.

---

1) In den „Comptes rendus" der Pariser Akademie, Bd. XVII (1849) p. 429.

	In 100 Theilen des Seewassers sind enthalten:			In 100 Theilen der Salze sind enthalten:		
	Nr. 1. Chudleigh 30' v.d.Küste.	Nr. 2. Chudleigh 80' v.d.Küste.	Nr. 3. Mittelmeer.	Nr. 1. Chudleigh 30' v.d.Küste.	Nr. 2. Chudleigh 80' v.d.Küste.	Nr. 3. Mittelmeer.
Chlornatrium	0,3139	0,3492	2,9424	77,56	78,58	78,16
Chlorkalium	0,0082	0,0111	0,0505	2,03	2,50	1,34
Chlormagnesium . .	0,0357	0,0353	0,3219	8,82	7,94	8,55
Schwefels. Magnesia	0,0195	0,0264	0,2477	4,82	5,94	6,57
Schwefels. Kalk . .	0,0244	0,0194	0,1357	6,03	4,37	3,60
Bromnatrium	0,0030	0,0030	0,0556	0,74	0,67	1,48
Jod						
Phosphorsäure . . .	Spuren	Spuren		Spuren	Spuren	
Kieselsäure						
Eisenoxyd			0,0003			0,01
Kohlens. Kalk			0,0114			0,30
Summe . .	0,4047	0,4444	3,7655	100,00	100,00	100,00
Spec. Gewicht . .	1,0031	1,0034	1,0258			

Wenn wir nun die dem Meerwasser und den darin enthaltenen organischen Stoffen angehörenden Bestandtheile des Schlammes abziehen, die übrigbleibenden aber zu der Form berechnen, in welcher sie in den Dolomiten enthalten sind, so erhalten wir in dem Bestand des Schlammes, in 100 Theilen:

Kohlensauren Kalk	2,59
Kohlensaures Eisenoxydul (aus dem Schwefeleisen)	4,52
Kieselerde	84,19
Thonerde	6,86
Eisenoxyd	1,84
	100,00

Unter diesen Bestandtheilen ist die Kieselerde nebst Silikaten (Thon) unverhältnissmässig vorwaltend; allein sie ist nur zum geringsten Theil den Dolomiten angehörend, meist als Quarzsand und Thon von andern Detritusmassen des Meeresgrundes herrührend. Unter den übrigen, wesentlichen Bestandtheilen des Dolomits ist nur der kohlensaure Kalk in geringer Menge in den Bestand des Schlammes aufgenommen, die kohlensaure Magnesia dagegen ganz unzersetzt geblieben, denn die geringen Mengen schwefelsaurer Magnesia und Chlor-

magnesiums gehören jedenfalls dem Meerwasser an, alles kohlensaure Eisenoxydul aber ist zu Schwefeleisen reducirt.

Mit diesen Ansichten, zu denen ich durch Vergleichung meiner Dolomitanalysen mit denen von Prof. Schmidt ausgeführten Schlammanalysen geführt worden bin, hat sich unser ausgezeichneter Chemiker, in seinem vorhin angeführten Aufsatze, im Wesentlichen bereits einverstanden erklärt, eine Bestätigung, die kein geringes Gewicht in die Wagschale legt, wenn der Grad der Wahrscheinlichkeit einer Hypothese im Gebiete der geologischen Chemie auszumitteln ist. Auch veranlasste ich Professor Schmidt eine neue Analyse vorzunehmen, um die Zusammensetzung des reinen Schlammes an sich, gesondert von dem Untergrunde, den er bedeckt und mit welchem er gewöhnlich gemischt aufgeschöpft wird, so wie die dieses Untergrundes zu ermitteln, woraus die Vergleichung mit den Dolomitbestandtheilen mit einer viel grössern Sicherheit wird vorgenommen werden können.

Noch andere Bildungen der Neuzeit, die in dieser oder jener Beziehung unsere Aufmerksamkeit verdienten, wollen wir einstweilen, da sie das Gebiet unserer Untersuchung weniger nahe berühren, mit Stillschweigen übergehen.

Schliesslich können wir der Versuchung nicht widerstehen, die Resultate unserer Betrachtungen zu einem allgemeinen geologischen Bilde zusammenzufassen, um uns, so viel das mangelhafte Material gestattet, von der Ausdehnung des alten silurischen Meeres und der Gestaltung seiner Küsten in diesen Gegenden einen der Wahrheit einigermassen nahekommenden Begriff hervorzubilden. Offenbar hatten diejenigen Lokalitäten, in welchen wir die Gesteine unserer obern Gruppe beobachten, eine längere Zeit hindurch unter der Bedeckung des Meeres ver-

weilt, als andere Gegenden, wo die Gesteine der untern Gruppe allein angetroffen werden; jene waren noch ein Schauplatz thierischen Lebens, das seine Reste fort und fort als kohlensauren Kalkniederschlag im Meeresgrunde absetzte, während diese schon über dem Bereich der Wogen sich befanden, mithin aller schichtenbildenden Einwirkung bereits entrückt waren. Verfolgen wir den Verbreitungsstrich dieser letztern, die unsere Dolomitgruppe ausmachen, so sehen wir solchen, aus der Gegend von Oberpahlen etwa, am Nordrande Livlands und Südrande Ehstlands, in westlicher Richtung sich hinziehen, wo er, durch die engen Querthäler der beiden Sunde eingeschnitten, nach Moon und Oesel sich fortsetzt. Am Nordsaume dieser schmalen, dem Meeresschoosse entstiegenen Insel, so wie ost- und westwärts, nach ihren Enden hin, fallen die Dolomitschichten mit sanfter Neigung ins Meer ab, das über diesem Felsengrund ein reiches thierisches Leben entfaltet; das tiefere Meer wird von Brachiopoden in zahlreicher Menge belebt, während über seichtern Gründen, nach den Küsten zu, Korallenriffe sich ansetzen. Dieser belebte Meeresgrund zog sich in einer ununterbrochenen Zone am ganzen Nordsaume der Insel hin und nahm noch eine breite Fläche beiderseits an ihren West- und Ostufern ein; nur im Süden derselben brandete ein Meer von ungemessener Tiefe, das erst später bestimmt war ein Tummelplatz riesiger Fische der devonischen Periode zu werden.

Gehen wir über diesen bevölkerten Meeresgrund in nördlicher Richtung quer fort, so begegnen wir, schon in geringer Entfernung, aufs Neue den Ufern eines Landes, das bereits noch früher als unsere Dolomitinsel dem Bereich der Wellen entstiegen war. Es ist die untersilurische Insel Nord-Ehstlands, die sich in paralleler Richtung mit unserem südlichen

Eiland hinzieht und, wie dieses, gegen ihr Westende hin, in einem sanft gewölbtem Bogen südwärts sich herabbeugt. In der fortgesetzten Richtung dieses Bogens, nach Westen hin, erheben sich mehrere Untiefen im Meeresgrunde, wo wir wieder, inselartig angesiedelt, thierisches Leben finden und dessen Niederschläge antreffen, — Worms und Dagö.

Da nun alle Niederschläge des Meeres nothwendig in horizontalen Flächen abgesetzt sein mussten, so können wir, wenn wir einzelne Theile unter nicht unbeträchtlichen Neigungswinkeln über die Meeresebene sich erheben sehen, während andere, nahe angrenzende, von einem tiefen Meer überfluthet sind, eine solche Unebenheit der Bodenoberfläche nur Hebungen oder Senkungen des Meeresbodens zuschreiben, die die ursprüngliche Lage der Schichten veränderten. Wir sehen also hier zwei parallele, von West nach Ost gerichtete Linien, nach welchen eine Erhebung ursprünglich horizontal abgesetzter Niederschläge stattfand, als meerumflossene Inseln hervortreten, mit andern Worten, zwei parallele breite Falten in dem Schichtengewand unserer Erde, durch eine leise und langsame Bewegung des Erdkörpers in der Gegend hervorgehoben.

Es vergeht nun ein langer Zeitraum, innerhalb welches die Configuration unserer baltischen Inselgruppe sich wenig ändert, das thierische Leben in den ruhigen Meeresbuchten ungehindert besteht, nach und nach den Meeresgrund erhöhend, während zugleich eine langsame, doch fortdauernde Hebung des ganzen Erdtheils nach dem gleichen Endzweck hinwirkt; die Meerestiefe nimmt langsam und stetig ab, und über den Gründen, die, vermöge ihrer beträchtlichen Tiefe, ursprünglich nur zum Gedeihen der Brachiopodenwelt geeignet waren, siedeln sich nun Korallenbänke an. So taucht denn, im Laufe der Jahrtausende, allmälig der ganze Erdtheil über das Bereich

der Wogen empor und wird festes Land, das nun während einer neuen langen Periode, einer Periode, welche die ganze Reihe der sekundären und tertiären Niederschläge umfasst, als solches besteht, öde und unwirthbar, ohne Vegetation und ohne thierisches Leben, eine ebene, breite Felsenplatte.

Gehen wir noch einen Schritt vorwärts in der Geschichte unserer Vorzeit, um uns, wo möglich, auch von den jüngsten geologischen Ereignissen, welche den uns beschäftigenden Erdstrich betrafen, ein anschauliches Bild zu gestalten. Nach der langen Periode der Ruhe, die zuletzt angedeutet wurde, bricht nun plötzlich eine gewaltige Katastrophe ein, welche die Erhebung eines mächtigen Gebirgszuges, in dem Umfange des ganzen Kjölengebirges mit seinen mächtigen Ausläufern, zur Folge hat. Diese gewaltige Massenerhebung eines Erdtheils bringt aber nothwendig ein einstweiliges Nachsinken und sofortiges Wiedererheben des zunächst benachbarten zuwege, ehe die Massen ins Gleichgewicht gelangt sind. Unsere Felsenplatte sinkt demnach und wird überfluthet von gewaltigen Schlammmassen, welche das von dem gehobenen neuen Kontinent zurückweichende Meer in Sturmfluthen süd- und südwestwärts über dieselbe hinträgt, wobei sie, durch die schleifende Wirkung der härtern Geschiebe- und Grussmassen, die über sie hinweggehen, ihre letzte Gestaltung, Ausgleichung und Politur erhält. Sie erhebt sich wieder, die Gewässer gelangen zur Ruhe und setzen ihre Schlammmassen, nach den Gesetzen der Schwere geordnet, als diluviale Detritusschichten über dem Felsengrunde ab. Allein das Maass ihrer Erhebung kann dem in früherer Periode schon einmal erreichten jetzt nicht gleichkommen; sie muss, um dem benachbarten erhobenen Erdtheil das Gleichgewicht zu halten, jetzt ein weniger hohes Niveau erreichen; sie taucht daher mit ihren Rändern noch

unter den Meeresspiegel herab. Jetzt erst, nachdem die nordischen Trümmermassen über ungeheuren Flächenräumen des nordeuropäischen Kontinents abgesetzt worden sind, das Meer sich wieder geklärt hat, jetzt beleben sich seine Tiefen aufs Neue mit thierischen Organismen, deren absterbende Reste, zugleich mit mechanischen Niederschlägen von Sand und Thon, von den schon gebildeten Driftmassen herrührend, an seinen Ufern verbreitet werden, während zugleich mächtige Felsenblöcke, von dem skandinavischen Festlande durch Eismassen getragen, über seichten Meeresgründen stranden und in Bogenlinien an den Küsten sich aufstellen. Dies ist die Dauer eines unserer eigenen Existenz zunächst vorangegangenen Zeitraums, an dessen Schluss alle Erscheinungen bereits in derselben Weise sich wiederholen, wie wir solche noch jetzt vor unsern Augen zu beobachten im Stande sind. Die frühere langsame, säkulare Hebung ist, auf demselben Flächenraume wirkend, wieder eingetreten und der jüngste Meeresboden, mit seiner jugendlichen Fauna und dem ganzen, deutlich ausgedrückten Gepräge seiner letzten Küstenconfiguration, wird nach und nach an die Oberfläche gebracht. Das Land steigt, — wir sehen es augenscheinlich, denn wir finden Muscheln der Ostsee, weit von ihren jetzigen Küsten und hoch über ihrem jetzigen Wasserspiegel, in Sand- und Grussschichten begraben, die einst an denselben Orten das Meer absetzte; wir sehen es in der Gestaltung fast jedes Küstenstrichs, der uns die deutlichsten Spuren von einem jüngst vorangegangenen höhern Wasserstande wahrnehmen und daraus auf dessen langsame Erhebung schliessen lässt. Die Ueberzeugung von einer solchen fortdauernden kontinentalen Massenerhebung drängt sich, durch das offene Auge der Beobachtung vermittelt, unabweislich dem combinirenden Verstande auf; es wird mehr als Meinungssache und Hypothese, — das Land steigt, — und wir graben Fluthmarken in seine Uferklippen ein, um das Maass seiner säkularen Erhebung zu gewinnen.

II.

Der heilsame Meeresschlamm an den Küsten der Insel Oesel.

Von Adolph Goebel.

(Vorgetragen im Januar 1854.)

Einleitung.

Die älteste Beschreibung und Untersuchung des Seeschlammes an den Küsten Oesel's, und zwar aus der tief ins Land eindringenden Bucht bei dem Gute Rootsiküll, im Kirchspiel Kielekond, an der Westküste der Insel, wurde von Grindel[1]), in Folge eines Auftrages von Seiten der livländischen Medicinalverwaltung, ausgeführt, deren Aufmerksamkeit die heilsamen Erfolge des schon seit längerer Zeit zuerst von Bauern, dann von Personen gebildeter Stände benutzten Schlammes erregt hatten.

Man war lange der Meinung gewesen, dass der Seeschlamm zu Rootsiküll etwas dem Orte Eigenthümliches sei, obgleich Dr. Luce, geleitet durch die Wahrnehmung von Schlammablagerungen auch an andern Punkten der Küste, auf das allgemeine Vorkommen desselben in den Strandbuchten Oesel's bereits hingewiesen und, die Gleichartigkeit des am Strande bei Arensburg abgelagerten Schlammes mit dem von Rootsiküll voraussetzend, Badeanstalten in Arensburg errichtet hatte.

---

1) Journ. der pract. Heilkunde von C. W. Hufeland und E. Osann. Berlin. (1828) Bd. V, S. 26. Vergl. auch „Ostseeprovinzenblatt" vom 10. März 1825, Beil. zu Nr. 10 und die Nr. 18.

Später beobachtete Hr. Dr. Normann[1]), Ritterschaftsarzt auf Oesel, bei seinen häufigen Landfahrten die verschiedensten Punkte der Küste berührend, stets die Wiederholung derselben äussern physikalischen Verhältnisse in Bezug auf das Vorkommen von Schlammablagerungen, wie solche am Rootsiküll'schen Strande sich vorfanden. Er wies ferner die den Rootsiküll'schen Schlamm charakterisirenden Bestandtheile, — einen grossen Gehalt von Schwefelwasserstoff und Eisenoxyd — in dem Schlamme verschiedener, an der Nord-, Ost- und Südküste der Insel belegener Güter nach und sandte einige Proben Schlammes von Rootsiküll und von Arensburg an Prof. Engelhardt, welche Proben mein Vater einer chemischen Untersuchung unterwarf, als deren Resultat sich die völlige Identität beider Schlammsorten hinsichtlich ihrer Bestandtheile herausstellte. Hierauf, so wie auf die von Engelhardt nachgewiesene Gleichartigkeit im lithologischen Charakter der Gesteine der Insel Oesel und auf die eigenen Beobachtungen gestützt, folgerte Dr. Normann die Gleichartigkeit und das allgemeine Vorkommen des an vielen Lokalitäten der Inselküste sich ablagernden Seeschlammes [2]).

Im Jahre 1851 besuchte Hr. Dr. Eichwald[3]) die Küste und die Inseln der Hapsaler Bucht, so wie die Insel Dagö, hauptsächlich um die im Seewasser und dem Küstenschlamm lebenden Infusorien zu studiren. Dabei würdigte er auch die näheren Vorkommnisse des Schlammes seiner Aufmerksamkeit und nahm eine Portion Seewasser und Schlamm

---

1) Dr. Normann, Bemerkungen über den Oesel'schen Schlamm, im „Inland", 1840, Nr. 45 u. 46.

2) Ueber den in Folge dessen zwischen Dr. Normann und Dr. Zöpfel entstandenen Streit s. „Inland", 1841, Nr. 4, 18 u. 32.

3) Dritter Nachtrag zur Infusorienkunde Russlands, von Dr. Eichwald, im Bulletin de la soc. impér. d. natural. de Moscou, tom XXV (1852) p. 414.

nach St. Petersburg, um Beides einer Analyse zu unterwerfen, welche der Hr. Prof. Trapp übernahm und deren Resultate von Eichwald in seiner bereits angeführten Abhandlung mitgetheilt sind.

Endlich betrachtete Hr. Dr. Schrenk [1]), in seiner lehrreichen Schilderung der obern silurischen Schichten unserer Provinzen, auch die lokalen Verhältnisse der Schlammablagerungen, deren Bildung er, in Uebereinstimmung mit Hrn. Prof. Schmidt, auf Grundlage zweier von dem Letztern ausgeführter Analysen, hinsichtlich der anorganischen Bestandtheile, zum Theil von den Dolomitbestandtheilen herzuleiten sich bewogen fühlt. Er sagt an dem angeführten Ort, S. 108, zum Schlusse: „Auch veranlasste ich Prof. Schmidt eine neue Analyse vorzunehmen, um die Zusammensetzung des reinen Schlammes an sich, gesondert von dem Untergrunde, den er bedeckt und mit welchem er gewöhnlich gemischt aufgeschöpft wird, so wie die dieses Untergrundes zu ermitteln, woraus die Vergleichung mit den Dolomitbestandtheilen mit einer viel grössern Sicherheit wird vorgenommen werden können."

Hr. Prof. Schmidt schlug mir vor jene Analyse zu übernehmen und stellte mir zu diesem Zweck drei mit Schlamm gefüllte, wohlverkorkte und verbundene Bierflaschen zur Verfügung, die von Hrn. Dr. Friedländer, im Augustmonat 1852, an den betreffenden Orten (Arensburg und Rootsiküll) auf die angegebene Weise geschöpft und nach Dorpat gebracht waren.

Ich theile nun im Folgenden die ausgeführten Schlammanalysen mit, wobei ich bemerke, dass ich mich bei Ausfüh-

1) Alex. Gust. Schrenk, Uebersicht des obern silurischen Schichtensystems Liv- und Ehstlands, vornämlich ihrer Inselgruppe. Dorpat 1852. 8. Thl. I, S. 101 ff.

rung derselben in zweifelhaften Fällen des gütigen Rathes meines verehrten Lehrers, des Hrn. Prof. Schmidt, zu erfreuen hatte. Wenn die Analysen, so wie die über die Bildung des Schlammes daran geknüpften Betrachtungen, die erwarteten Anforderungen nicht völlig befriedigen, so lag dies, hinsichtlich des ersten Punktes, theils in der geringen Menge verwendbaren Materiales (der am meisten Aufschluss gebende Schlamm der Arensburger Wiek enthielt circa 93 Prct Wasser), welche zur möglichst ökonomischen Verwendung desselben nöthigte, ebendadurch aber sehr zeitraubend wurde, theils aber auch in dem Mangel einer brauchbaren Methode zu Schlammuntersuchungen; denn wir besitzen nur wenige Schlammanalysen und diese lassen, wie sämmtliche Ackererden- und Bodenanalysen, meist noch viel zu wünschen übrig, mag man sie vom agronomischen, oder vom geologisch-chemischen Standpunkte aus betrachten. Daher war ich bemüht, zur möglichsten Vermeidung gewisser Uebelstände, bisweilen eigene Wege einzuschlagen, indem ich dabei stets die eigene Form und die Veränderungen, welche gewisse Bestandtheile des Schlammes, bei geänderter Methode, hinsichtlich ihrer Quantität und Qualität erlitten, im Auge hatte, welches Verfahren, wie ich glaube, nicht ohne Nutzen geblieben ist. Hinsichtlich des zweiten Punktes endlich, möge man berücksichtigen, dass ich die Lokalitäten nicht in Person besuchte.

I. Beschreibung der Schlammproben.

Die mir zu Gebote stehenden drei Schlammproben waren:

1) Vom Untergrunde des Uferbodens in Rootsiküll, an der Stelle, von welcher gewöhnlich das Material zu Bädern hergenommen wird.

2) Von der oberflächlichen, unter dem Wasser befindlichen Schlammlage an derselben Stelle (Obergrund).
3) Von der Grossen Wiek bei Arensburg.

Durch das ruhige Stehen hatte sich in allen drei Flaschen eine $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zoll hohe Schicht gelblich gefärbten Wassers über dem Schlamm abgeschieden. Dasselbe enthielt, bei dem Untergrunde, wenige Rudimente halbverwester Pflanzenreste. In dem des Obergrundes waren, ausser einigen auf dem Schlamm abgelagerten Pflanzenresten, mehrere einen halben Zoll lange, gelblich gefärbte Hüllen und Leiber von Dipterenlarven (*Culiciden*) suspendirt. In der Wasserschicht des Arensburger Wiekenschlammes fanden sich ganz dieselben Culicidenlarven in reichlicher Anzahl vor.

Vor dem jedesmaligen Herausnehmen einer Portion Schlammes zur Analyse wurde daher die Flasche, behufs einer möglichst gleichförmigen Mengung des Flüssigen und Festen, wiederholt und längere Zeit geschüttelt. Bei allen drei Schlammproben schleuderte die Spannkraft des in der Flasche befindlichen Schwefelwasserstoffgases, beim Lüften der die umgekehrt gehaltene Flasche verschliessenden Blase, den Korkstöpsel, nebst einem Theile des Inhalts, in ein dazu bereit stehendes Gefäss mit Gewalt heraus, was vorzüglich die drei bis vier ersten Male mit besonderer Heftigkeit geschah.

Der Schlamm von Rootsiküll (Ober- und Untergrund) war von grauschwarzer Farbe, sandig-breiiger Consistenz, weich und feinsandig anzufühlen. Im lufttrockenen Zustande bildete er einen dunkelgrauen Sand; bei Zutritt der Luft bis zur Zerstörung der organischen Substanzen geglüht, erhielt er durch das gebildete Eisenoxyd eine rothbraune Farbe.

Der Schlamm der Grossen Wiek bot sich als eine schwärzlichgraue, ins Grüne ziehende, breiige, gallertartig zitternde Masse,

sehr schlüpfrig und weich anzufühlen dar, die beim Trocknen ausserordentlich, auf etwa $^1/_{20}$ des Volums, zusammenschwand, wobei die Farbe heller wurde. Die einmal eingetrocknete Masse liess sich nur schwer zerdrücken und weichte, auch in heissem Wasser, nur sehr schwierig wieder auf. Beim Glühen an der Luft, hinterblieb ein durch Asche und Eisenoxyd nur wenig gefärbter, feiner Sand.

Alle drei Schlammsorten waren durch einen bedeutenden Schwefelwasserstoffgeruch ausgezeichnet, der bei nicht sehr langem Stehen an der Luft sich verlor, worauf sie dann einen eigenthümlichen, nicht angenehmen, unreinen Thongeruch fortbehielten. Alle drei waren ferner von schwach bitterlich salzigem Geschmack und stark alkalischer Reaction.

Wurde der Schlamm in einem Glascylinder mit vielem Wasser angerührt, so trennte er sich, je nach der spec. Schwere seiner Gemengtheile, der Arensburg'sche in zwei, der Rootsiküll'sche in drei deutlich von einander geschiedene Schichten.

Bei weitem die Hauptmasse des Schlammes vom Untergrunde, fast $^9/_{10}$ des Ganzen, machte ein ziemlich feiner, dem Streusande ähnlicher, zum grössten Theil aus Quarz bestehender Sand aus, der schon dem blossen Auge eine Menge röthlicher und weisser Feldspathtrümmer, schwarzer Hornblende-Krystallfragmente, farbloser und gelblicher Glimmerblättchen, feine Muscheltrümmer und Kalksteinfragmente darbot. Einzelne der von krystallinischen oder sedimentären Gesteinen herrührenden Trümmer erreichten die Grösse einer Linse und sogar darüber. Nach Versteinerungen, etwa *Foraminiferen,* suchte ich mit der Loupe darin vergebens.

Die zweite dünne Schicht machte ein noch feinerer Sand derselben Art, gemengt mit einem dunkelgefärbten Thone

aus. Dieser zeigte sich, unter dem Mikroskop, grösstentheils aus reinen, farblosen Quarzkörnchen, die oft mit Eisenoxyd theilweise oder ganz bedeckt waren, ferner aus undurchsichtigen Gesteinfragmenten, die mit Säuren brausten, so wie endlich aus vielen schwarzen, amorphen Massentheilchen, nebst der leichten, braunen, formlosen, gleich zu erwähnenden Materie, und einzelnen Kieselpanzern bestehend.

Die oberste, ziemlich voluminöse Schicht bestand hauptsächlich aus einer leichten, flockigen, bräunlichschwarzgrünen, organischen Masse, welche, — ein Vermoderungsprodukt von Thier- und Pflanzenleibern, — unter dem Mikroskop, sich völlig formlos zeigte und der ganzen Schlammmasse im Allgemeinen die dunkle Färbung ertheilen half, indem sie die einzelnen Trümmertheilchen meist dicht umlagerte, so dass diese nur durch sorgfältiges Abspülen von ihr befreit werden konnten. Sie enthielt einzelne Rudimente von Wasserinsecten und Pflanzenparenchym, eine Menge Algensporen und Confervenfäden, desgleichen mehrere Diatomeen, hauptsächlich *Campylodiscus*- und *Navicula*-Arten beigemengt.

Der Schlamm des Obergrundes zeigte ganz denselben Charakter; nur nahm die leicht bewegliche, obere, eigentliche Schlammmasse, nebst der feinen Thonschicht, etwas mehr als zwei Drittel des Volums der ganzen Masse ein; auch waren einzelne gröbere, weniger zersetzte Pflanzenreste vorhanden, worunter einige feine, von einer weisslichen Kalkschicht überzogene Stengel mit quirlförmig gestellten Aesten als *Chara hispida* erkannt wurden, mehrere bis 1½ Zoll lange und 2 Linien breite, linealisch lanzettförmige, ganzrandige, zum Theil deutlich dreinervige Blattstücke aber höchst wahrscheinlich von *Zostera marina* herrührten. Kieselpanzer von Infusorien waren in weit grösserer Anzahl vorhanden und grösstentheils,

nebst einigen grösseren Räderthieren, in die formlose, flockige, dunkle Masse mehr oder weniger dicht eingebettet.

Der Schlamm der Arensburger Wiek endlich liess durch Schlämmen nur eine geringe Menge eines feinen Thones, mit Sand gemengt, als Bodensatz, welcher, ähnlich der zweiten Schicht des Obergrundes, unter dem Mikroskope, hauptsächlich aus eckigen, auf der Oberfläche einen muschelförmigen Bruch darbietenden Quarzkörnern, zum Theil mit Eisenoxyd imprägnirt, so wie aus den schon erwähnten amorphen, schwarzen, eine Molecularbewegung zeigenden Körnern (wahrscheinlich Eisenkies, wie es sich später herausstellen wird), und sehr häufigen Kieselpanzern bestand. Die Hauptmasse des Schlammes selbst zeigte sich nur aus den vorhin erwähnten formlosen, flockigen, organischen Resten bestehend, welche zahllose Kieselpanzer, neben Quarzkörnern und Algensporen, eingebettet enthielten. Desgleichen waren einige Räderthiere mit dünnem, an den Rändern gewimpertem Hautpanzer und gegliedertem Gabelschwanze, durch ihre Grösse vor den andern Organismen hervorragend, oft bis zur Unkenntlichkeit von jenen Verwesungsflocken eingehüllt. Die Menge mikroskopischer Organismen betrug, wie sie sich auf dem Gesichtsfelde des Mikroskopes darbot, etwa 35 bis 45 Vol.procente der ganzen Masse. Ein grosser Theil dieser Organismen wurde beim Glühen des Schlammes völlig zerstört, nach welcher Operation neben den Quarzkörnchen, die jetzt in weit reichlicherer Menge mit gelbrothem Eisenoxyd bedeckt waren als vorher, nur noch die farblosen, durch ihren mannigfaltigen, regelmässigen, feinen und zierlichen Bau charakterisirten Kieselpanzer sichtbar waren. Diese Kieselpanzer hielten ein längeres Sieden mit Salzsäure oder concentrirter Sodalösung aus, ohne davon angegriffen zu werden.

Es kann nicht meine Absicht sein mich auf eine Beschreibung und Aufzählung der beobachteten Formen einzulassen, da dieses einestheils dem Zweck der Arbeit ferne liegt, anderntheils die Benennungen und die Klassification dieser Thiere bedeutend an Werth und Wahrheit verloren haben, seitdem wir, hauptsächlich durch Stein's [1]) geistvolle Beobachtungen, wissen, dass viele dieser Formen nicht als individuelle, sondern als Umwandlungs-, Ammen- und Uebergangszustände (Acineten-Formen) zu betrachten sind. Auch hat Dr. Eichwald [2]) jene mikroskopischen Organismen bereits zum Gegenstande eines ausführlichen Studiums gemacht. Er zählt in dem Meeresschlamme und dem Seewasser der Hapsaler Bucht 161 verschiedene Species, auf 77 Gattungen vertheilt, meistens kieselpanzeriger Diatomeen auf. Die Anzahl der Gattungen und Arten in den von mir untersuchten Proben war verhältnissmässig gering; sie wurde, besonders in dem Wiekenschlamme, durch die Menge der Individuen ersetzt. In dem Schlamme beider Oertlichkeiten prädominirten die Gattungen *Navicula* und *Campylodiscus* dermassen, dass sie allein fast die Hälfte der vorhandenen Infusorienmasse ausmachten. Nächstdem waren die Gattungen *Ceratoneis*, *Stauroneis*, *Euplotes* und *Cocconeis* am stärksten vertreten.

---

1) Untersuchungen über die Entwickelung der Infusorien in Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1849 Bd. 1, S. 92., so wie auch in der Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie von Siebold und Kölliker. Bd. III. S. 475. (1852.)

2) Dritter Nachtrag zur Infusorienkunde Russlands, a. a. O.

II. Analyse des Schlammes.

Methode der Analyse.

Was diese betrifft, so ist sie im Verlauf der Arbeit selbst angegeben und es möge hier nur die bei allen drei Schlammarten sich gleichbleibende Art der Bestimmung des Schwefel-, Kohlensäure- und Ammoniakgehaltes in kurzen Worten besprochen werden.

Um den Gehalt des an der Luft, durch die beständige Zersetzung von im Schlamme vorhandenen Einfach-Schwefelmetallen, sich stets entwickelnden Schwefelwasserstoffgases quantitativ möglichst genau kennen zu lernen, wurde ein doppeltes Verfahren angewendet, indem 1) die Menge des Schwefelwasserstoffgases direct, und 2) die Gesammtmenge alles im Schlamme vorhandenen Schwefels, durch oxydirende Mittel, als Schwefelsäure bestimmt wurde. Die Differenz der letztern Quantität und der bei der Analyse als schwefelsaure Salze gefundenen Schwefelsäure ergab das Aequivalent des als Schwefelmetall vorhanden gewesenen Schwefels.

Die Bestimmung des Schwefelwasserstoffgases und der Kohlensäure geschah durch Zersetzen einer grössern Portion des Schlammes in einer hohen, tubulirten, schmalen, etwa 3 Pfund Wasser fassenden Helmretorte, vermittelst mässig verdünnter Schwefel- oder Salzsäure [1]), über der Berzeliuslampe und Leiten der freigewordenen Gase durch ein System vermittelst Glas- und Kautschuckröhren mit einander verbundener, schmaler, hoher Glasballons, deren erster

---

1) Letztere war vorzuziehen, da die Zersetzung vollständiger und rascher erfolgte und die Gasentwickelung sich leichter reguliren liess, während bei Anwendung von Schwefelsäure ein heftiges Stossen der Flüssigkeit nicht zu vermeiden war.

leer war, der zweite und dritte eine Lösung von arseniger Säure in Salzsäure [1]), der vierte und fünfte eine gesättigte, mit etwas Ammoniak versetzte Aetzbarytlösung enthielten. Der fünfte Ballon stand durch ein gefülltes Chorcalciumrohr mit einem Liebig'schen, concentrirte Kalilösung enthaltendem Kugelapparate in Verbindung, der seinerseits, durch ein mit Aetzkalistücken gefülltes Rohr, mit einer zweiten Chlorcalciumröhre communicirte. Die Verbindung durch Röhren war der Art, dass die entwickelten Gase durch alle Flüssigkeiten und Röhren streichen mussten. Ferner ging durch den Kork im Tubulus der Helmretorte ein Trichterrohr zum Eingiessen der Salzsäure unter das Niveau des Schlammes. Die Mündung des Trichterhalses dieser Röhre war, nach dem Eingiessen der Säure, mit einem feinen Kork fest verschlossen, der erst beim Aufhören der Operation gelüftet wurde. Auch wurde, durch eine im zweiten Ballon angebrachte, dünne, unter das Niveau der Flüssigkeit hinabgehende Sicherheitsröhre, das Zurücksteigen der Flüssigkeiten bei Beendigung der Operation gänzlich vermieden. Dass ich mich endlich, vor dem jedesmaligen Beginne des Versuchs, von dem luftdichten Verschluss des ganzen Apparats, dessen vorragende Korkentheile zum Ueberfluss mit angeschmolzener Guttapercha bedeckt waren, sorgfältig überzeugte, bedarf kaum der Erwähnung. Nach Beendigung der Operation, wurde, unter Lüftung des Korks der Trichterröhre und Verschliessung der Oeffnung der Sicherheitsröhre durch etwas Wachs, vermittelst des Aspirators oder des Mundes, ein den ungefüllten Raum des Apparates mehrfach übertreffender Luftstrom durchgesaugt.

---

1) Ein drittes Gefäss mit $AsCl_3$ zeigte sich völlig überflüssig, da bereits im zweiten die letzten Spuren SH absorbirt wurden. Ebenso erhielt in einigen Fällen der KOapparat nebst dem KOrohr nicht die mindeste Gewichtszunahme.

Der kohlensaure Baryt wurde, unter Abschluss der Luft, möglichst rasch filtrirt und, nach dem Trocknen, geglüht; war an den Wänden und Mündungen der Glasröhren ein mechanisch nicht zu entfernender Ueberzug geblieben, so wurde derselbe durch verdünnte Salzsäure abgespült und aus dieser Lösung, durch Schwefelsäure, der Baryt bestimmt. Das Schwefelarsen wurde auf einem bei 100° getrocknetem und gewogenen Filter gesammelt und im Luftbade bei 110° getrocknet.

Zur Bestimmung des im Schlamme enthaltenen Ammoniaks, so wie zur Bestimmung des gesammten Schwefelgehaltes (S-metalle, S der organischen Substanzen, SO_3 an Basen gebunden), wurde eine Portion des frischen Schlammes, circa 30 Grammen, in einer kleinen Retorte, mit concentrirter Natronlauge, die völlig frei von SO_3 war, erhitzt, das Ammoniak durch Salzsäure im Will-Varrentrapp'schen Apparate condensirt und als NH_4PtCl_3 bestimmt. Der Retorteninhalt in der Platinschale, mit einer etwa dem Fünffachen des Natrons entsprechenden Quantität reinen schwefelsäurefreien Salpeters eingedampft, bis zur völligen Zerstörung der organischen Substanzen geglüht, wurde mit etwas Salzsäure und heissem Wasser aufgenommen und, zur Abscheidung von in Flocken sich reichlich ausscheidender Kieselerde, abermals zur Trockne eingedampft. Das Filtrat der nun mit verdünnter ClH und Wasser ausgezogenen Masse wurde mit Chlorbaryum gefällt.

Es waren die hier geschilderten Operationen (SH- und NH_3bestimmung) stets die ersten, welche nach Oeffnung der den Schlamm enthaltenden Flaschen ausgeführt wurden.

Analyse des Untergrundes von Rootsiküll.

I. 41,4109 Grammen frischen Schlammes verloren, in der Platinschale bei 110° C. bis zu nicht mehr erfolgender Gewichts-

abnahme getrocknet und über Schwefelsäure unter der Glocke erkaltet, 18,435 gr. HO. Bis zu völliger Zerstörung der organischen Substanzen geglüht, gingen 0,664 gr. weg.

II. 93,349 gr. frischen Schlammes gaben, bei 120° C., 36,948 gr. HO. Die rückständigen 56,401 gr. gaben, mit heissem Wasser völlig erschöpft, an dieses 0,343 gr. bei 110° trockener Salze und in Wasser löslicher organ. Substanzen ab. Nach dem abermaligen Trocknen und Zurücklassen eines geringen, dem Filter fest adhärirenden Theiles, 0,369 gr. betragend, gaben 55,689 gr. der bei 120° trockenen, mit HO ausgezogenen Masse, an der Luft bis zu völliger Zerstörung der organ. Substanz gelinde geglüht, 53,889 gr. feuerbeständiger Substanz (die zur Bestimmung der in ClH löslichen Substanzen verwendet wurde).

	I.	II.	Mittel.
Wasser	43,985	39,580	41,778
Organ. u. flüchtige Subst.	1,585	2,089	1,837
Feuerbeständige Substanz	54,440	58,331	56,385
	100,000	100,000	100,000

Schwefelwasserstoff-, Kohlensäure-, Schwefel- und Ammoniakbestimmung.

491,32 gr. Schlamm im obenbeschriebenen Apparate mit verdünnter Schwefelsäure erhitzt, gaben 0,1183 gr. AsS_3, ferner 0,6471 gr. CO_2 als Gewichtszunahme des KOapparats und KOrohrs; ferner 4,487 gr. geglühten BaO, CO_2,

0,2452 gr. BaO, SO_3.

137,93 gr. frischen Schlammes, mit concentrirter Natronlösung erhitzt, gaben

0,2319 NH_4PtCl_3

1,2035 BaO, SO_3 (Gesammtschwefelbestimmung).

Der nach der Behandlung mit NaO, Salpeter und verdünnter ClH zurückgebliebene unlösliche, fast glänzend weisse, sandige Rückstand zeigte sich unter der Loupe aus reinen, farblosen Quarzkörnern, untermischt mit einzelnen, rein sammetschwarzen Hornblendekrystallfragmenten, röthlichen Feldspathkrystallen und metallglänzenden Glimmerblättchen bestehend und gewährte, wegen der reinen sich darbietenden Farben, einen schönen Anblick.

Bestimmung der in Wasser löslichen Substanzen.

Die aus 56,401 gr. bei 120° trockenen Schlammes, durch völliges Erschöpfen erst mit kaltem, dann mit heissem Wasser, erhaltenen 0,343 gr. fester Substanz, in der Platinschale mit darübergedecktem Uhrglase schwach geglüht, an welchem sich im Anfange Spuren von Salmiak condensirten, gaben 0,2487 gr. Kohle + Salze; dieselben, mit siedendem Wasser und verdünnter NO_5 (wobei Aufbrausen) ausgezogen, liessen 0,0439 gr. Kohle, die auf dem Platinblech vollständig, mit Zurücklassung kaum wägbarer Spuren von SiO_3, verbrannte.

Die saure Lösung gab, mit AgO, NO_5, 0,2435 AgCl. Nach Entfernung des überschüssigen Silbers und Verjagung der NO_5 durch schwaches Glühen, Wiederaufnehmen des Rückstandes in etwas verdünnter ClH, wurde die Schwefelsäure durch Barytwasser aus der sauren Lösung gefällt, 0,1160 BaO, SO_3.

Das saure Filtrat, zur Trockne verdampft, löste sich vollkommen wieder in wenig HO und Zusatz eines Tropfens ClH.

Mit überschüssigem Barytwasser wurden dann die Magnesia und das Eisen gefällt, der noch feuchte ausgewaschene Niederschlag in verdünnter Schwefelsäure gelöst und, nach der Trennung von etwas zurückgebliebenem BaO, SO_3, im Filtrat

das Eisenoxyd durch Ammoniak und darauf die Magnesia durch phosphorsaures Natron gefällt: Fe_2O_3 0,002

2 MgO, PO_5 0,0741.

In der von der MgO und dem Fe_2O_3 befreiten Flüssigkeit wurden CaO und BaO gemeinschaftlich durch NH_4O, CO_2 unter Hinzusetzung von etwas NH_3 gefällt, die heiss abfiltrirten Carbonate in ClH gelöst, wo, nach Entfernung des BaO durch SO_3, der CaO durch oxalsaures Ammoniak gefällt und in schwefelsauren Kalk verwandelt wurde: 0,0733 CaO, SO_3.

In der von dem CaO und BaOcarbonat abfiltrirten Flüssigkeit wurden die Alkalien, nach der Uebersättigung mit ClH etc., in der gewöhnlichen Weise bestimmt.

0,0701 KCl + NaCl, woraus

Chlorplatinkalium 0,0822 = $\begin{cases} \text{KCl } 0{,}0251 \\ \text{NaCl } 0{,}045. \end{cases}$

Bestimmung der in Salzsäure löslichen Substanzen.

53,889 gr. Schlamm, der bereits mit siedendem Wasser behandelt und geglüht worden war, gaben, mit verdünnter Salzsäure erschöpft, durch Eindampfen des Filtrats, 0,0603 SiO_3. Der aus der sauren Lösung durch Ammoniak erhaltene Niederschlag betrug, nach wiederholter Lösung und Fällung, 1,0192 gr., wovon 0,9905 gr. durch längeres Kochen in Salzsäure gelöst, mit Weinsäure und Ammoniak bis zur alkalischen Reaction versetzt, nach 18stündigem Stehen, einen Niederschlag von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia gaben. Im Filtrate hiervon wurde durch Schwefelammonium das Eisen gefällt und das gebildete Schwefeleisen durch Salpetersäure oxydirt.

0,0238 2 MgO, PO_5

0,3555 Fe_2O_3

Die nach Entfernung des Eisens vom Schwefelwasserstoff

und Schwefel befreite, concentrirte Flüssigkeit, zur Bestimmung der noch übrigen Phosphorsäure, mit 2 Tropfen MgO, SO_3 und etwas Ammoniak versetzt, gab erst nach 2 Tagen einen krystallinischen Niederschlag: 0,0027 2 MgO, PO_5.

Die directe Bestimmung der Thonerde im Filtrat hiervon unterblieb.

In der vom Ammoniakniederschlage abfiltrirten Flüssigkeit wurde, nach Bestimmung des Kalks durch oxals. Ammoniak und Schwefelsäure, nach Verjagung der Ammoniaksalze durch Eindampfen und Glühen, die Schwefelsäure durch BaCl gefällt:

0,9462 CaO, SO_3
0,1372 BaO, SO_3.

In der rückständigen concentrirten Flüssigkeit wurden die Magnesia und Alkalien durch Behandlung mit Barytwasser auf die bekannte Weise bestimmt:

0,2008 2 MgO, PO_5
0,1435 KCl + NaCl, woraus
0,3219 Chlorplatinkalium $\begin{cases} 0{,}0983 \text{ KCl} \\ 0{,}045 \text{ NaCl.} \end{cases}$

Bestimmung der in Salzsäure unlöslichen Substanzen.

22,8119 gr. geglühten und mit Salzsäure ausgezogenen Schlammes liessen, beim Verdunsten des salzsauren Auszuges, 0,0077 SiO_3. Der in Salzsäure unlösliche Rückstand, nach völligem Auswaschen mit concentrirter Sodalösung in der Siedhitze behandelt, gab die an die löslichen Basen gebunden gewesene Kieselerde = 0,3573 gr. Von diesem geglühten, mit Salzsäure und kohlensaurem Natron behandelten und völlig ausgewaschenen Schlamm wurden 2 Portionen in gewöhnlicher Weise analysirt.

a) 3,907 gr., mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlos-

sen, gaben 3,5685 Kieselerde,
0,0263 Eisenoxyd,
0,2171 Thonerde,
0,0408 schwefelsauren Kalk,
0,0284 phosphorsaurer Magnesia.

b) 1,207 gr. mit alkalifreiem[1]) Fluorcalcium und concentrirter Schwefelsäure aufgeschlossen, gaben 0,058 KCl + NaCl, woraus 0,120 $KPtCl_3$ { 0,03666 Chlorkalium, 0,02134 Chlornatrium.

Analyse des Obergrundes von Rootsiküll.

I. 34,795 gr. Schlamm hinterliessen 9,358 bei 110° trockenen Rückstandes. Um bei der Bestimmung der organischen Substanzen einen ungleichen Verlust durch Wechselzersetzung der im Schlamme befindlichen Substanzen möglichst zu vermeiden, wurde dieser Rückstand mit sehr verdünnter Schwefelsäure zu einem Brei angerührt, im Wasserbade erhitzt, darauf mit kohlensaurem Natron gesättigt, bei 110° getrocknet, gewogen und dann geglüht; er gab 1,141 Gewichtsverlust an organischen und flüchtigen Bestandtheilen. (Die geglühte Masse wurde zur Phosphorsäurebestimmung verwendet.)

II. 33 gr. Schlamm liessen 8,3909 bei 110° trockener Substanz; geglüht blieben 7,483 gr. (die zur Analyse verwendet wurden).

III. 28,747 gr. Schlamm gaben 7,446 gr. bei 110° trockener Masse, welche, wie bei I. mit verdünnter SO_3 und Sodalösung behandelt, beim Glühen 0,775 gr. organ. Substanz verlor; (die geglühte Masse wurde zur PO_5-Bestimmung verwendet).

---

1) Eine eigens deshalb angestellte Vorprüfung mit 12,5 gr. Flussspath erwies die gänzliche Abwesenheit von Alkalien in demselben.

	I.	II.	III.	Mittel.
Wasser	73,106	74,573	74,098	73,926
Bei 100° trockene Subst.	26,894	25,427	25,902	26,074
Organ. u. flüchtige Subst.	3,270	2,751	2,696	2,905
Anorgan. Substanz . . .	23,624	22,680	23,206	23,169

Schwefelwasserstoff- und Kohlensäurebestimmung.

I. 155,6 gr. frischen Schlammes gaben, im oben beschriebenen Apparate mit Salzsäure erhitzt:

0,0625 Schwefelarsen,

1,974 kohlensauren Baryt,

0,297 Kohlensäure als Gewichtszunahme des Kaliapparates und Kalirohrs.

II. 274,95 gr. frischen Schlammes gaben, auf dieselbe Weise, 0,086 Schwefelarsen, 0,0337 BaO,SO_3, durch Oxydation von etwas AsS_3 mittelst Königswasser [1]).

2,112 BaO, CO_2,

0,5816 CO_2 als Zunahme des KO-Apparates und KO-Rohrs.

In 100 Theilen Schlamm:

	I.	II.	Mittel.
SH	0,0166	0,0147	0,0156
CO_2	0,4740	0,3830	0,4285

Bestimmung von Ammoniak, Chlor, Phosphorsäure und des gesammten Schwefelgehalts.

55,65 gr. fr. Schlammes gaben, mit NaO-Hydrat erhitzt, 0,1775 $PtNH_4Cl_3$; darauf mit Salpeter behandelt u. s. w. 0,7885 BaO, SO_3 (Gesammtschwefelbestimmung).

1) Es war bei Beendigung des Versuchs etwas Flüssigkeit aus der ersten $AsCl_3$ haltenden Waschflasche in die leere Vorlage zurückgestiegen; das hier mit übergerissene AsS_3 wurde daher, nebst Spuren von Unreinigkeiten, filtrirt und wie angegeben bestimmt.

I. 38,10 gr. frischen Schlammes, mit verdünnter Salpetersäure und Wasser ausgezogen, gaben 0,305 AgCl.

II. 24,881 gr. frischen Schlammes gaben 0,220 AgCl und, nach Entfernung des Silbers aus der Flüssigkeit, 0,2603 BaO, SO_3.

III. 17,12 gr. frischen Schlammes gaben 0,1502 schwefelsauren Baryt.

In 100 Theilen Schlamm:

	I.	II.	III.	Mittel.
Chlor . .	0,1979	0,2185		0,2082
Schwefelsäure		0,3591	0,3011	0,3300

Diese so differirenden Mengen von Schwefelsäure sind, wie sich aus der Folge ergibt, bei Weitem zu gross und dürfen daher nicht benutzt werden. Ihre grosse Quantität erklärt sich durch Oxydation eines bedeutenden Theils der Schwefelverbindungen durch Einwirkung der verdünnten Salpetersäure, die noch durch Beihülfe der Zeit begünstigt werden musste, indem die organischen Substanzen des Schlammes, bei Begiessung mit jener Säure etwas anschwollen und dann, auf das Filter gebracht, dasselbe dermassen verstopften, dass es zum Mindesten 4 bis 6 Tage und länger bedurfte, ehe die Masse filtrirt und ausgewaschen war; dabei verlor sie ihre braunschwarze Farbe und nahm noch im nassen Zustande eine hellgelblichgraue an.

Zur Bestimmung des Phosphorsäuregehalts, wurde der geglühte Rückstand von 34,795 gr. Schlamm mit concentrirter Salpetersäure in der Wärme ausgezogen, durch Zusatz von molybdänsaurem Ammoniak die Phosphorsäure ausgefällt, die Flüssigkeit concentrirt, der gelbe Niederschlag nach dem Auswaschen mit verdünnter Salpetersäure in Ammoniak gelöst; diese Lösung, durch Salzsäure fast neutralisirt und

die Phosphorsäure mittelst schwefelsaurer Magnesia gefällt, gab 0,0176 $2 MgO, PO_5$.

Der geglühte Rückstand von 28,747 gr. fr. Schlammes gab auf dieselbe Weise 0,0126 $2 MgO, PO_5$.

Bestimmung der in Salzsäure löslichen Substanzen.

I. 7,483 gr. geglühten Schlammes (aeq. 33,0 gr. frischen, siehe Wasserbestimmung II.), mit verdünnter Salzsäure in der Wärme erschöpft, liessen durch Verdampfen und Wiederlösen des Auszuges 0,0192 gr. Kieselerde.

Der in Salzsäure unlösliche Rückstand wog bei 110° C. 6,80 gr. und gab an siedende Sodalösung 0,262 gr. Kieselerde. Die Salzsäurelösung mit Ammoniak gefällt, der Niederschlag nach dem Auswaschen gelöst und wieder gefällt, gab:

0,3915 geglühten Ammoniakniederschlag; davon gaben

0,3795 desselben, mit zweifach schwefelsaurem Kali durch mehrstündiges Schmelzen aufgeschlossen:

0,0635 Thonerde,
0,3143 Eisenoxyd.

Das Filtrat vom Ammoniakniederschlage gab, nach dem Eindampfen, Neutralisiren etc. 0,2297 schwefelsauren Kalk,
0,0917 schwefelsauren Baryt,
0,0104 phosphorsaure Magnesia,
0,1817 Platinchloridkalium.

Die Gesammtmenge der Chloralkalien war zu wiegen vergessen worden.

II. 155,6 gr. frischen Obergrundes wurden mit Salzsäure gekocht, das klare, orangefarbene Filtrat im Wasserbade abgedampft, wobei sich die in reichlicher Menge gelösten organischen Substanzen, unter Schwärzung und Ausstossung eines starken Geruchs nach salicyliger Säure

zersetzten. Die dunkle Masse, mit Wasser in einen kleinen Glasballon gegeben, wurde mit Chlorgas in der Wärme behandelt; es gelang zwar nicht die organischen Substanzen dadurch völlig zu zerstören, doch wurden sie dadurch so modificirt, dass sie im Gange der Analyse nicht die mindeste Störung hervorbrachten. Nach mehrstündigem Durchleiten des Chlorgases, liess die hellbräunliche, klare Flüssigkeit, zur Trockne eingedampft, mit etwas Salzsäure und Wasser wieder aufgenommen, eine dunkelbraune, in siedender Salzsäure unlösliche, nach dem Glühen 0,02677 wiegende Masse zurück; 0,026 gr. davon mit zweifach schwefelsaurem Kali aufgeschlossen, gaben 0,0112 Kieselerde,

0,0153 Eisenoxyd.

In der salzsauren Lösung wurde das Eisen durch Ammoniak fast vollständig gefällt, denn Schwefelammonium brachte im Filtrat kaum eine Färbung hervor. Der Ammoniakniederschlag gelöst, abermals gefällt, betrug geglüht 1,4307 gr., wovon 1,058 gr. durch mehrstündiges Sieden in Salpetersalzsäure gelöst, 0,912 Eisenoxyd, und

0,181 Thonerde gaben.

Das Filtrat vom Ammoniakniederschlage ergab:

1,3786 schwefelsauren Kalk,

0,2623 schwefelsauren Baryt,

0,230 phosphorsaure Magnesia.

Diese drei Niederschläge waren im frischen und trockenen Zustande durch organische Substanz mehr oder weniger braun gefärbt, welche Färbung indess beim Glühen vollständig verschwand, so dass sie die reine, weisse Farbe zeigten; an heisse Salzsäure gaben sie, ausser dem BaO, SO_3, der davon eine Spur enthielt, kein Eisen ab.

0,6029 NaCl + KCl, woraus

0,4535 Platinchloridkalium $\begin{cases} 0,1386 \text{ Chlorkalium,} \\ 0,4643 \text{ Chlornatrium.} \end{cases}$

Der mit Salzsäure ausgezogene, bei 110° C. getrocknete Rückstand des Schlammes betrug 35,832 gr. Davon wurden 35,716 gr. mit kohlensaurer Natronlösung ausgekocht; Salzsäure schied in dem braungefärbten Auszuge, ausser gallertartiger Kieselsäure, eine reichliche Menge hellbrauner, flockiger Modersäuren (Humus) aus, die beim Trocknen des Niederschlages schwarz und beim Glühen desselben völlig zerstört wurden: 0,8980 geglühte SiO_3.

Der in Salzsäure und kohlensaurem Natron unlösliche Theil des Schlammes wurde, da eine gleiche Zusammensetzung mit dem des Untergrundes vorauszusetzen war, bis auf die Bestimmung der Alkalien nicht weiter analysirt; dem bewaffneten Auge stellte er sich als feiner und fast reiner Quarzsand dar, untermischt mit Kieselpanzern und Trümmern von Mineralien, welche die Gemengtheile granitischer Gesteine auszumachen pflegen, wie dies bereits früher beschrieben wurde.

1,377 des mit ClH ausgezogenen und dann geglühten Schlammes gaben, mit CaF und concentr. SO_3 behandelt, 0,0693 KCl + NaCl, woraus

0,106 $KPtCl_3$ $\begin{cases} 0,0324 \text{ Chlorkalium,} \\ 0,0369 \text{ Chlornatrium.} \end{cases}$

Analyse des Schlammes der Grossen Wiek, bei Arensburg.

I. 12,341 gr. frischen Schlammes gaben bei 110° C. 11,340 Wasser. Der Rückstand, wie früher mit verdünnter Schwefelsäure und kohlensaurem Kali behandelt, gab, nach dem Glühen, 0,681 feuerbeständige anorganische Substanz.

II. 21,921 gr. frischen Schlammes gaben bei 110°

1,420 feste Substanz. Diese, mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, dann mit Barytwasser behufs leichterer Verkohlung neutralisirt, gab 0,90 feuerbeständigen Rückstand.

III. 39,560 gr. fr. Schlammes liessen bei 110° 3,2065 feste Substanz. Diese, mit verdünnter Schwefelsäure und Barytwasser behandelt, gab 1,4245 Gewichtsverlust.

In 100 Theilen Schlamm:

	I.	II.	III.	Mittel.
Wasser	91,890	93,523	91,890	92,434
Bei 110° trockene Subst.	8,111	6,477	8,110	7,566
Organ. u. flüchtige Subst.	2,593	2,372	3,600	2,855
Feuerbeständ. Rückstand	5,518	4,105	4,510	4,711

Bestimmung von Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Schwefelsäure, Chlor, Phosphorsäure und des Gesammtschwefelgehalts.

I. 149,75 gr. fr. Schlammes gaben, mit Salzsäure gekocht, 0,0215 Schwefelarsen und 1,2525 kohlensauren Baryt. Der KO-Apparat hatte fast Nichts absorbirt; er hatte um 0,019 gr. abgenommen, das KO-Rohr um 0,017 gr. zugenommen. Die zweite Waschflasche mit Arsenchlorür, so wie die zweite Flasche mit Barytwasser, waren vollkommen klar geblieben; Alles war schon in der ersten absorbirt.

II. 132,1 gr. frischen Schlammes gaben, mit ClH gekocht, 0,012 Schwefelarsen und 0,7980 BaO, CO_2. Auch hier war in der ersten Flasche mit $AsCl_3$ und in der ersten mit BaO-Wasser bereits Alles absorbirt; das KO-Rohr hatte um ebensoviel zugenommen als die Abnahme des Kaliapparates betrug.

In 100 Theilen Schlamm:

	I.	II.	Mittel.
Kohlensäure . . .	0,1867	0,1349	0,1608
Schwefelwasserstoff .	0,00595	0,00377	0,00486

28,104 gr. frischen Schlammes, mit Natron und Salpeter geschmolzen u. s. w., gaben 0,3332 gr. schwefelsauren Baryt. (Gesammtschwefelgehalt).

37,83 gr. frischen Schlammes, mit Natron erhitzt, gaben 0,108 Platinammoniumchlorid.

32,886 gr. frischen Schlammes, mit verdünnter Salpetersäure ausgezogen, gaben 0,219 Chlorsilber. (Da die Flüssigkeit drei Tage lang meist in gelinder Wärme stand, so hatte sich das Chlorsilber, wahrscheinlich durch Vermittelung der gelösten organischen Substanzen, nicht völlig gesetzt; die Flüssigkeit ging daher auch bei doppeltem Filtriren trübe durchs Filter.)

28,910 gr. frischen Schlammes gaben 0,218 Chlorsilber (die Flüssigkeit stand in der Kälte und war vollkommen klar).

Die geglühten Rückstände von der Wasserbestimmung I. und II., zusammen 33,262 gr. frischen Schlammes entsprechend, gaben durch Behandlung mit Salpetersäure und molybdänsaurem Ammoniak 0,0042 phosphorsaure Magnesia.

I. Die salzsaure Lösung von 149,75 gr. fr. Schlammes (von der SH- und CO_2-Bestimmung I.) gab, mit BaCl, einen durch organische Substanz dunkelgefärbten, beim Glühen blendend weiss werdenden Niederschlag von 0,250 schwefelsaurem Baryt.

II. 59,96 gr. fr. Schlammes gaben, in dem salzsauren Auszuge, 0,1237 BaO, SO_3.

Bestimmung der in Salzsäure löslichen Substanzen.

Zwei zu gleicher Zeit mit dem salzsauren Auszuge von 132,1 gr. (von der SH- und CO_2-Bestimmung II.) und 59,96 gr. Schlamm (von der SO_3-Bestimmung II.) angestellte Analysen wurden, wegen eines nicht vorherzusehenden Umstandes,

nur zum Theil vollführt. Um nämlich im Verlauf der Untersuchung mit der in Menge löslichen organischen Substanz Nichts zu thun zu haben, wurden die salzsauren Auszüge in der Platinschale eingedampft, mit überschüssigem Barytwasser im Wasserbade eingetrocknet [1]) und bis zu völliger Zerstörung der organischen Substanzen an der Luft scharf geglüht. Die geglühte Masse wurde mit siedendem Wasser ausgezogen. Im unlöslichen Rückstande mussten, nach der Voraussetzung, die sämmtliche Eisenoxyd- und Thonerdemenge, nebst einem Theil des Kalks und der Magnesia, vorhanden sein, im wässrigen Auszuge aber sämmtliche Alkalien, nebst dem übrigen Theile des CaO und der MgO. Es fand sich indessen, dass ein grosser Theil der Thonerde in die wässerige Lösung als BaO, Al_2O_3 übergegangen war. (Die mit ClH versetzte, durch vorsichtigen Zusatz von SO_3 vom Baryt befreite, durch Eindampfen concentrirte wässerige Lösung wurde, nach der Neutralisation durch Ammoniak, auf Zusatz von Salmiak, gefällt. Die Menge des Niederschlages vermehrte sich durch neuen Salmiakzusatz; derselbe, abfiltrirt und geglüht, erwies sich als reine Thonerde). Im unlöslichen Rückstande fand sich alles Eisenoxyd, mit der übrigen Thonerde.

Auf diese Art gaben, die salzsaure Lösung von

I. 132,1 gr. frischen Schlammes,

im unlöslichen Rückstande:	0,5049	Eisenoxyd,	
	0,1308	Thonerde,	und
in der wässerigen Lösung:	0,1602	Thonerde.	

II. 59,96 gr. frischen Schlammes,

im unlöslichen Rückstande:	0,2021	Eisenoxyd,	
	0,0399	Thonerde,	und
in der wässerigen Lösung:	0,0529	Thonerde.	

1) Bei dieser Operation gab die Masse einen penetranten Geruch nach spiriger Säure von sich, der den ganzen Arbeitsraum erfüllte.

Die Bestimmung der übrigen Substanzen wurde wegen der grossen Menge entstandener Waschflüssigkeiten unsicher und daher verworfen.

Es erhellt zugleich aus dem Vorhergehenden, dass diese von **Strecker** anempfohlene Methode zur Beseitigung organischer Substanzen durch Behandlung der Masse mit Barytwasser u. s. w. in Fällen, wo man mit Thonerde zu thun hat, mit grossen Inconvenienzen verknüpft und daher nicht gut anwendbar ist.

Der mit Salzsäure ausgezogene Rückstand von I. wog, bei 110° getrocknet, 5,6676 gr.; davon gaben 4,5795 gr., nach dem Glühen, 0,782 gr. Gewichtsverlust.

Der in Salzsäure unlösliche Rückstand von II. wog, bei 110° getrocknet, 3,1072 gr.; davon gaben 3,031 gr., geglüht, 0,4987 gr. Gewichtsverlust (organische und flüchtige Substanz).

III. 59,154 gr. frischen Schlammes, mit warmer verdünnter Salzsäure einige Stunden digerirt, die eingedampfte Lösung einen Augenblick schwach geglüht, den kohligen Rückstand mit Salzsäure und heissem Wasser ausgezogen, und nach Zerstörung der Kohle durch Befeuchten mit Salpetersäuren und Glühen, der nachbleibende Rückstand durch Schmelzen mit reinem Kalibisulphat aufgeschlossen, ergab

$$\left.\begin{array}{l}0{,}271 \text{ gr. Kohle} + Fe_2O_3 + SiO_3\\ (Al_2O_3 \text{ war darin nicht vorhanden.})\end{array}\right\}\begin{cases}0{,}2341 \text{ Kohle},\\ 0{,}0087\ Fe_2O_3,\\ 0{,}0282\ SiO_3.\end{cases}$$

Der mit Salzsäure behandelte, bei 110° getrocknete Rückstand des Schlammes wog 3,4505 gr.; siedende Sodalösung zog aus demselben, ausser einer bedeutenden Menge Huminsäuren, 0,4108 geglühte gallertartige Kieselsäure.

In dem salzsauren Auszuge, in welchem nur noch Spuren organischer Substanz gelöst waren, wurde das Eisen, nebst

der Thonerde, durch Schwefelammonium abgeschieden und, nach Abscheidung des Kalkes durch oxalsaures Ammoniak, das Filtrat in zwei Hälften abgemessen, in deren einer die Magnesia, in der andern die Alkalien bestimmt wurden:

0,1588 Eisenoxyd,
0,0895 Thonerde,
0,0917 schwefelsaurer Kalk,
0,1212 phosphorsaure Magnesia,
0,1080 Chlorkalium + Chlornatrium, wovon
0,0820 $KPtCl_3$ { 0,083 NaCl, 0,025 KCl.

In Salzsäure unlöslicher Rückstand.

Es wurde hierzu der grösste Theil der bei **110°** C. getrockneten Rückstände von I. und II. verwendet.

a) 2,3885 gr. mit ClH ausgezogenen, dann geglühten Schlammes gaben, mit rauchender Flusssäure behandelt:

0,1255 KCl + NaCl, wovon
0,3148 Platinchloridkalium = { 00,9618 KCl, 00,2932 NaCl.

b) 3,7975 gr. mit ClH ausgezogenen und geglühten Schlammes gaben, mit (NaO, KO) CO_2 im Silbertiegel aufgeschlossen: 2,8840 Kieselerde,
0,2609 Eisenoxyd,
0,4345 Thonerde,
0,0107 phosphorsaure Magnesia,
0,1719 schwefelsauren Kalk.

Tab. A.

Zusammensetzung des Untergrundes in 100 Theilen (vor der Behandlung mit Salzsäure geglüht).

Wasser 41,778
Bei 120° trockener Substanz . . 58,222, davon in Wasser löslich 0,3541.

Organische und flüchtige Substanz 1,837, davon in Wasser löslich 0,1427, worin 0,0293 kohlens. Ammoniak.
Feuerbeständige organische Substanz 56,385. Davon

a) in Wasser löslich 0,2114

Bestandtheile		Salze	
0,0621 Chlor	=	Chlorkalium	0,0259
0,0411 Schwefelsäure		Chlornatrium	0,0470
0,0273 Magnesia		Chlormagnesium	0,0284
0,0312 Kalk		Schwefelsaure Magnesia . .	0,0160
0,0021 Eisenoxyd		Schwefelsaurer Kalk . . .	0,0177
0,0136 Kalium		Kohlensaurer Kalk	0,0427
0,0185 Natrium		Kohlensaures Eisenoxydul . .	0,0029
0,0155 Kohlens., Kiesels. und Verlust			

b) in Salzsäure u. Sodalösung löslich (nebst Schwefelkies) 2,945

Bestandtheile				Verbindungen	
0,6021 Kieselerde	0,8684 in Sodal. lösl. / 0,0337 in ClH löslich		=	Eisenoxyd	0,2659
1,0589 NH_3-Niederschlag, besteh. aus	0,3801 Eisenoxyd			Doppelt Schwefeleisen . . .	0,1391
	0,6515 Thonerde			Einfach Schwefeleisen . . .	0,0258
	0,0091 Magnesia			Schwefelsaurer Kalk	0,0831
	0,0181 Phosphorsäure			Phosphorsaurer Kalk . . .	0,0392
0,4048 Kalk				Kohlensaurer Kalk	0,6242
0,0489 Schwefelsäure				Kohlensaure Magnesia . . .	0,1755
0,0745 Magnesia				Kieselsaures Natron	0,0615
0,0645 Kali				Kieselsaures Kali . . . . ,	0,1278
0,0247 Natron				Kieselsaure Thonerde (Al_2O_3, 3 SiO_3) . . .	0,4246
0.3394 Kohlensäure				Kieselerde	0,0074
				Drittelkieselsaure Thonerde (Al_2O_3, SiO_3) .	1,0215

c) in Salzsäure unlöslich 53,228

Bestandtheile
48,7533 Kieselerde
0,3593 Eisenoxyd
2,9658 Thonerde
0,2295 Kalk
0,1420 Magnesia
1.0176 Kali
0,4999 Natron.

Tab. B.

Untergrund von Rootsiküll, in derselben Weise berechnet, wie der Obergrund.

Wasser 41,778
Bei 110° trock. Subst. 58,222

Org. u. flücht. Subst. 1,837, worin 0,0293 kohlens. Ammoniak und 0,010 Schwefelwasserstoff v. einfach Schwefeleisen.

Feuerbeständ. Subst. 56,385.

Davon in Salzsäure u. Sodalösung löslich nebst Schwefelkies (als Fe_2O_3 berechn.) 3,168	0,0621	Chlor	=	0,0938	Chlornatrium
	0,0411	Schwefelsäure		0,0109	Chlorkalium
	0,1109	Magnesia		0,0741	Kali
	0,0181	Phosphorsäure		0,616	schwefels. Magnesia
	0,3509	Kohlensäure		0,1898	kohlens. Magnesia
	0,9021	Kieselerde		0,0392	phosphors. Kalk
	0,3822	Eisenoxyd		0,7408	kohlens. Kalk
	0,6515	Thonerde		0,0258	einf. Schwefeleisen
	0,4360	Kalk		0,1758	dopp. Schwefeleis.
	0,0672	Kalium		0,2414	Eisenoxyd
	0,0369	Natrium		0.6515	Thonerde
				0,9021	Kieselerde.

Feuerbeständiger Rückstand ohne Schwefelkies und in Sodalösung löslicher Kieselerde 53,217.

Tab. C.

Obergrund von Rootsiküll.

(Vor der Behandlung mit Salzsäure geglüht.)

Wasser	73,923
Bei 110° trock. Subst.	26,074
Org. u. flücht. Subst.	2,905, worin 0,0557 kohlensaur. Ammoniak und 0,0156 Schwefelwasserstoff d. einfach Schwefeleisens.
Feuerfeste Salze .	23,169.

Davon in Salzsäure und Sodalösung auflöslich nebst dem Schwefelkies 3,020	0,2082 Chlor	= 0,2733 Chlornatrium
	0,0954 Schwefelsäure	0,0890 Chlorkalium
	0,0303 Phosphorsäure	0,050 Kali
	0,4285 Kohlensäure	? Natron
	0,0582 Kiesels. (in ClH lösl.)	0,0339 schwefels. Magnesia
	0,9866 Eisenoxyd	0,0440 schwefels. Kalk
	0,1993 Thonerde	0,0656 phosphors. Kalk
	0,2866 Kalk	0,4259 kohlensaurer Kalk
	0,0113 Magnesia	0,0405 einf. Schwefeleisen
	0,0882 Kalium	0,2656 dopp. Schwefeleis.
	? Natrium	0,7727 Eisenoxyd
	0,7940 Kieselerde (in Soda löslich)	0,8522 Kieselerde
		0,1993 Thonerde

Feuerbeständiger Rückstand ohne lösl. SiO_3 und FeS_2 20,149	19,435 Kieselerde, Eisenoxyd, Thonerde, Kalk, Magnesia.
	0,3143 Kali.
	0,3003 Natron.

Tab. D.

Obergrund des Schlammes von Rootsiküll.

(Direkt mit Salzsäure behandelt.)

Wasser 73,923
Bei 110° trock. Subst. 26,074

Org. u. flücht. Subst. 2,905, worin die bereits angegebene Menge kohlensaures Ammoniak u. Schwefelwasserstoff.

Feuerbeständ. Subst. 23,169.

Davon in Salzsäure löslich, nebst Schwefelkies und in Soda löslicher Kieselerde 2,867	0,2082 Chlor	=	0,2733 Chlornatrium
	0,4285 Kohlensäure		0,0890 Chlorkalium
	0,0578 Schwefelsäure		0,0133 Natron
	0,0303 Phosphorsäure		0,0867 schwefels. Magnesia
	0,0073 Kieselerde (in ClH löslich)		0,0502 kohlens. Magnesia
	0,5790 Kieselerde (in Soda löslich)		0,0656 phosphors. Kalk
	0,7767 Eisenoxyd		0,5884 kohlensaurer Kalk
	0,1521 Thonerde		0,0405 einf. Schwefeleisen
	0,3648 Kalk		0,2937 dopp. Schwefeleis.
	0,0528 Magnesia		0,7399 Eisenoxyd
	0,0467 Kalium		0,5863 Kieselerde
	0,1173 Natrium		0,1521 Thonerde

Feuerbeständiger Rückstand ohne FeS_2 und lösliche SiO_3
20,302.

Tab. E.

Frischer Schlamm der Grossen Wiek, bei Arensburg
(in 100 Theilen).

Wasser . . . ,	92,434
Bei 110° feste Substanz	7,566

Org. u. flücht. Subst. 2,855, worin 0,00486 Schwefelwasserstoff
und 0,050 kohlens. Ammoniak.

Anorgan. feste Subst. 4,711.

Davon in ClH löslich nebst löslicher SiO_3 und FeS_2 2,241	0,1863 Chlor	=	0,2408 Chlornatrium
	0,0640 Schwefelsäure		0,0847 Chlorkalium
	0,0081 Phosphorsäure		0,0209 Natron
	0,1608 Kohlensäure		0,0961 schwefels. Magnesia
	0,0477 Kieselerde (in ClH löslich)		0,2400 kohlens. Magnesia
	0,6944 Kieselerde (in Sodalösung lösl.)		0,0175 phosphors. Kalk
	0,3342 Eisenoxyd		0,1140 kohlens. Kalk
	0,1754 Thonerde		0,0126 einf. Schwefeleisen
	0,1464 Magnesia		0,2486 dopp. Schwefeleis.
	0,0638 Kalk		0,3228 Eisenoxyd
	0,0144 Kalium		0,7421 Kieselerde
	0,1103 Natrium		0,1754 Thonerde

Feuerbeständiger Rückstand ohne lösliche SiO_3 und FeS_2 2,470	1,8350 Kieselerde
	0,0631 Eisenoxyd
	0,3813 Thonerde
	0,0622 Kalk
	0,0034 Magnesia
	0,0847 Kali
	0,0217 Natron

Tab. F.

Bestandtheile, welche dem bei 110° trockenen Schlamm durch Salzsäure und Sodalösung entzogen werden.

100 Theile bei 110° trocknen Schlammes geben an ClH ab.	Rootsiküll. Untergrund	Rootsiküll. Obergrund geglüht	Rootsiküll. Obergrund frisch	Arensburg, Gr. Wiek, frisch
Schwefelwasserstoff	0,017	0,060		0,054
Kohlensäure	0,603	1,643		2,126
Chlor	0,106	0,798		2,462
Schwefelsäure	0,071	0,366	0,222	0,864
Phosphorsäure	0,031	0,116		0,107
Kieselerde	1,549	3,268	2,249	9,808
Eisenoxyd	0,656	3,784	2,979	4,417
Thonerde	1,119	0,764	0,583	2,318
Kalk	0,749	1,099	1,399	0,843
Magnesia	0,190	0,043	0,202	1,935
Kalium	0,115	0,338	0,179	0,587
Natrium	0,063	?	0,450	1,458
Ammoniak	0,022	0,093		0,288

Menge der Schwefelverbindungen im rohen, bei 110° trockenen Schlamm, in Schwefelaequivalenten ausgedrückt.

	Untergrund	Obergrund	Grosse Wiek
Gesammtschwefelgehalt (direkt bestimmt)	0,205	0,746	2,151
Schwefel als einfach Schwefeleisen (dir. bestimmt)	0,016	0,056	0,060
Schwefel als Schwefelsäure (direkt bestimmt)	0,028	0,089	0,338
Schwefel als Eisenkies	0,161	0,601	0,753

Tab. G.

Zusammensetzung der bei 110° trockenen Schlammsorten, in 100 Theilen.

	Rootsiküll. Untergrund geglüht nach A.	Rootsiküll. Untergrund geglüht nach B.	Rootsiküll. Obergrund geglüht	Rootsiküll. Obergrund frisch	Arensburg, Grosse Wiek. frisch.
Organ. u. flüchtige Substanzen.	3,155		11,14		37,734
Feuerbeständiger Rückstand.	96,840		88,86		62,266
Kohlens. Ammoniak	0,050		0,214		0,661
Chlorkalium	0,0445	0,019	0,341		1,119
Chlornatrium	0,0807	0.161	1,048		3,182
Kali an SiO_3 . Natron gebunden .	—	1,272	0,192 ?	— 0,051	— 0,276
Chlormagnesium . .	0,0488	—	—	—	—
Schwefels. Magnesia	0,0790	0,106	0,130	0,332	1,270
Kohlens. Magnesia .	0,3014	0,326	—	0,192	3,172
Phosphors. Kalk . .	0,0670	0,067	0,251		0,231
Schwefels. Kalk . .	0,1731	—	0,168	—	—
Kohlens. Kalk . .	1,145	1,272	1,633	2,256	1,507
Einf. Schwefeleisen	0,044		0,155		0,166
Dopp. Schwefeleis.	0,239	0,302	1,018	1,126	3,285
Eisenoxyd	0,457	0,415	2,963	2,837	4,266
Thonerde	1,119		0,764	0,583	2,318
Kieselsaures Kali .	0,2195	—	—	—	—
Kiesels. Natron . .	0,1056	—	—	—	—
Kieselerde	1,377	1,549	3,286	2,248	9,808
	0,3630 in Wasser lösl. feuerbeständige Substanz. 5,424 in Wasser u. Salzs. lösl. feuerbeständige Subst. nebst lösl. SiO_3 u Fe_2O_3 vom FeS_2. 3,77 in Wasser und Salzs. lösl. Subst. 91,42 in ClH unlösl. feuerbest. Rückst. ohne lösliche SiO_3 u. Fe_2O_3 v. FeS_2.		3,68 in Salzs. lösl. organische Subst. 7,46 in ClH unlösl. organische Subst. 7,996 in ClH lösl. feuerbest. Salze. 10,99 dito + lösl. SiO_3 und Fe_2O_3 aus dem FeS_2. 77,87 in ClH unlösl. feuerbeständiger Rückstand, ohne lösliche SiO_3 und Fe_2O_3 v. FeS_2.		14,31 in Salzsäure lösl. organ. Substanzen. 23,42 in Salzsäure unlösl. organische Substanzen. 18,25 in Salzs. lösl. feuerbest. Salze. 29,62 desgl. nebst löslicher SiO_3 u. Fe_2O_3 v. FeS_2. 32,24 unl. feuerbest. Rückst. ohne lösl. SiO_3 und Fe_2O_3 von FeS_2.

Mit Wasser ausgezogene Substanzen des Untergrundes in, 100 Theilen.

Chlorkalium	12,26
Chlornatrium	22,23
Chlormagnesium . . .	13,45
Schwefelsaure Magnesia .	21,78
Schwefelsaurer Kalk . .	8,36
Kohlensaurer Kalk . .	20,21
Kohlensaures Eisenoxydul	0,95
Verlust . .	0,76
	100,00

Eine Berechnung der in Salzsäure löslichen Substanzen der Schlammproben würde keinen Sinn haben, da es ungewiss ist wie die Säuren und Basen zusammengeordnet sind.

Zusammensetzung des in Salzsäure unlöslichen Rückstands, in 100 Theilen (ohne lösl. SiO_3 und FeS_2).

	Rootsiküll.		Arensburg,
	Untergr.	Obergr.	Gr. Wiek.
Kieselerde	90,30		74,89
Thonerde	5,50		15,42
Eisenoxyd	0,67		2,71
Kalk	0,43		2,51
Magnesia	0,26		0,14
Kali	1,89	1,56	3,43
Natron	0,93	1,49	0,88

Bemerkungen.

Es ist im Vorhergehenden, auf den Tabellen A. bis E., die procentische Zusammensetzung aller drei Schlammsorten angegeben. Um zu sehen, inwiefern durch die aus der Analyse hergeleiteten chemischen Formeln die Qualität der im Schlamme vorhandenen Verbindungen ausgedrückt werden könnte, ist die zweite Rubrik jener Tabellen hingestellt, welche aber, offenbar mehr zur Uebersichtlichkeit dienend, einen nur relativen Werth haben. Denn es ist klar, dass aus einem Gemenge von Substanzen, die ihren Ursprung aus allen drei Naturreichen herleiten, nur für einzelne Körper die Qualität und Quantität ihrer Verbindungen mit einiger Sicherheit ermittelt werden kann, nie aber die des Ganzen; die zu binären Verbindungen ausgedrückte Zusammensetzung sämmtlicher Erd-, Boden- und Schlammarten beruht im Grunde nur auf leeren Fictionen, da es offenbar ebenso unmöglich ist die sämmtlichen wirklichen Formen, unter denen ein Körper in einem Erd- oder Schlammgemenge vorkommt, der Quantität nach wiederzugeben, als es unthunlich scheint den Antheil genau zu bezeichnen, den jedes der drei Naturreiche an der Composition eines Schlammes hat.

Werfen wir einen Blick auf die Zusammensetzung des Untergrundes (Tab. A. und S. 35), so ist ersichtlich, dass die in Wasser löslichen Theile das Gepräge eines Gemenges von See- und süssem Wasser, mit gelösten Zersetzungsprodukten von Organismen tragen, indem das Chlornatrium und die Magnesiasalze, vorwiegend dem Erstern, die Kalksalze hauptsächlich dem Zweiten, und die kohlehaltige, organische Substanz, nebst den zu kohlensaurem Ammoniak berechneten Ammoniaksalzen, den Letztern zukommen.

In die salzsaure Lösung sind, neben Kalk- und Magnesiasalzen, theils von den Dolomiten und dem Meersande, theils von dem Gerüste zerfallener Thier- und Pflanzenleiber herrührend, hauptsächlich durch Säuren zersetzbare Bestandtheile des Thones (Alkali- und Thonerdesilikate) in die Lösung übergegangen; ferner eine Quantität Eisens, welches theils frei, als Eisenoxyd, theils in mannichfacher Verbindungsweise vorhanden gewesen war.

Der in Säuren unlösliche Rückstand bietet die Zusammensetzung eines thonhaltigen Quarzsandes dar. Alles eben Gesagte gilt auch von dem Schlamme des Obergrundes und der Grossen Wiek, nur dass hier, besonders in dem der Letztern, die Menge der den Schlamm eigentlich constituirenden Elemente, — zerfallene Organismen und löslich gewordene Verwitterungsprodukte von Gesteinmassen, — bei Weitem grösser ist als in dem Untergrunde, der hauptsächlich aus Seesand besteht.

In der Analyse des Schlammes vom Obergrunde und der Grossen Wiek zeigt es sich in Bezug auf die Vertheilung der Basen und Säuren, dass das Chlor bei Weitem nicht hinreicht alles Alkali zu sättigen. Es hätte dieser Umstand, der seine Erklärung darin findet, dass ein Theil der Alkalisilikate durch Salzsäure löslich gemacht wurde, beseitigt werden können, wenn die Alkalien nachher, in einer zweiten Portion, in einem wässerigen Auszuge bestimmt worden wären, was aber, aus gänzlichem Mangel an Material, unterbleiben musste.

Ehe wir aber die Resultate der Analyse näher betrachten, scheint es passend die Erledigung der Frage über die Natur und Bildung der Schwefelverbindungen im Schlamme, welchen hauptsächlich die heilkräftig eingreifende Wirkung auf den kranken Organismus zugeschrieben wird, zu versuchen.

III. Ueber die Schwefelverbindungen im Schlamme.

Wie man sogleich sieht, beträgt der aus den Einfach-Schwefelmetallen (Schwefeleisen, nebst Spuren von Schwefelammonium und Schwefelcalcium), durch Salzsäure abgeschiedene und mit möglichster Genauigkeit quantitativ bestimmte Schwefelwasserstoff nur ein Minimum gegen den Eisengehalt, an welches letztere Metall er doch hauptsächlich gebunden vorkommt. Auch ist seine Menge im Allgemeinen geringer, als gewöhnlich in Schlammanalysen angegeben wird. Dass ein Verlust bei der Analyse selbst stattgefunden habe, ist wegen des sichern und dichten Verschlusses des angewendeten Apparates, so wie wegen der guten Uebereinstimmung je zweier Versuche unter einander, nicht wahrscheinlich. Eine theilweise regressive Umwandlung der Schwefelverbindungen zu schwefelsauren Salzen in den Flaschen selbst, die den Winter über ruhig gestanden hatten, anzunehmen, hatte nicht die mindesten Gründe für sich. Auch mochte während dieses langen Stehens nur sehr wenig des Gases durch Diffusion entwichen sein, da die erste Oeffnung der Flaschen, wie bereits erwähnt, mit Explosion geschah. Dagegen ist es gewiss, dass bei diesem Oeffnen und beim Einfüllen des Schlammes in die Helmretorte, welches so rasch als möglich erst dann geschah, als Alles so weit in Stand gesetzt war, dass die Operation sogleich beginnen konnte, ein Theil durch Verflüchtigung und die zersetzende Einwirkung des Sauerstoffs der Luft verloren ging. Soll daher eine der Wahrheit möglichst nahe kommende Bestimmung des Schwefelwasserstoffgehaltes vorgenommen werden, so muss dieselbe nothwendigerweise an Ort und Stelle selbst geschehen; wird der Schlamm verschickt, so ist

damit stets ein Verlust an jenem flüchtigen Bestandtheil verbunden. Es möchte übrigens jener Verlust an Schwefelwasserstoffgas beim Oeffnen der Flasche kein bedeutender zu nennen und der Gehalt des Schlammes an demselben in der That weit geringer sein, als man bisher anzunehmen gewohnt ist, denn der penetrante und empfindliche Geruch jenes Gases lässt dasselbe schon in sehr kleinen Mengen unsern Geruchsnerven, die zu den feinsten Reagentien dafür gehören, in weit grösserer Quantität erscheinen, als es in der That der Fall ist.

Bei der Austreibung des Schwefelwasserstoff- und Kohlensäuregases, im obenbeschriebenen Apparate, zeigte sich stets folgende bemerkenswerthe Erscheinung. Im Anfange des Erhitzens, bildeten sich nur einige wenige Flocken von Schwefeleisen; darauf strichen die Gase, während eines halbstündigen Siedens, durch die Arsenchlorürlösung, ohne darin etwas abzusetzen, während die Kohlensäure bereits vollständig von der Barytlösung absorbirt wurde. Erst gegen das Ende der Kohlensäureentwickelung, wird die bis dahin klare Arsenchlorürlösung rasch mit gelben Flocken von Schwefelarsen angefüllt, worauf dann die Gasentwickelung bald aufhörte, indem sich nur noch Wasser- und Säuredämpfe verdichteten.

Diese Erscheinung würde zunächst darauf hinweisen, dass der vom Beginn der Operation mit der Kohlensäure gleichzeitig sich entwickelnde Schwefelwasserstoff, durch die bei Weitem vorwiegende Menge der Erstern eingehüllt, unabsorbirt durch die Arsenchlorürlösung durchginge. Diese Ansicht wird durch ähnliche Erfahrungen, welche Marcellin Berthelot [1]) machte, gestützt; wahrscheinlicher ist es aber, dass

1) Annales de chimie et de physique, Vol. XXXIII, p. 295. Berthelot liess die Dämpfe von Essigsäure durch eine rothglühende Porzellanröhre streichen und fing die Zersetzungsprodukte in einer Reihe von Waschflaschen, die

das Schwefeleisen, wegen einer weit geringern Neigung zur Zersetzung durch Salzsäure, als die Carbonate, sich erst vollständig löste, als diese bereits fast gänzlich zerstört waren. Einige Versuche mit einer Mischung von 0,05 gr. Magnetkies von Bodenmais und 1,5 gr. Marmor von Carrara, beide im gepulverten Zustande, bestätigten diese Ansicht; obgleich sich durch die Einwirkung der Salzsäure Spuren von Schwefelwasserstoffgas neben der Kohlensäure entwickelten, so fand die völlige Zersetzung des Magnetkieses, unter stürmischer Gasentwickelung, nur beim Erwärmen des Ganzen und zwar erst dann statt, nachdem der Marmor bereits gelöst war.

Amorpher Eisenkies im Schlamme.

Mehrere Beobachtungen führten mich aber zu der Ueberzeugung von dem Vorhandensein einer andern, bisher noch in keiner von allen mir bekannten Schlammanalysen erwähnten Schwefelverbindung, nämlich des Schwefelkieses, in einem höchst fein vertheilten, durch das blosse Auge nicht wahrnehmbaren Zustande.

Uebergiesst man den Schlamm mit verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure, so entweicht Schwefelwasserstoffgas, neben Kohlensäure; die schwärzliche Farbe des Schlammes geht in eine dunkelgraugrüne über, und die Auflösung enthält, mit Reagentien geprüft, Eisenoxydul und -oxyd, das Erstere von der Zersetzung des Einfach-Schwefeleisens, des kohlensauren und kieselsauren Eisenoxyduls herrührend. Dass auf diese Weise nicht aller

Wasser und verschiedene Reagentien enthielten, auf. In einer erkalteten, U-förmigen Röhre, am Ende des ganzen Apparates, fand sich, neben Naphthalin, noch unzersetzte Essigsäure vor, obgleich sie durch eine erkaltete Flasche und durch sieben Waschflaschen, deren eine mit Kali gefüllt war, durchgegangen war und die Flüssigkeit in der Letzteren, bei Beendigung der Operation, keineswegs neutralisirt sich vorfand.

Schwefelwasserstoff entfernt ist, zeigt der Umstand, dass, nach dem Glühen des so mit verdünnter Säure behandelten und ausgewaschenen Schlammes, bei abgehaltener Luft und abermaligem Begiessen mit verdünnter Säure, sich eine neue geringe Quantität Schwefelwasserstoff entwickelt. Offenbar war durch Salzsäure und Schwefelsäure unangreifbares Doppelt-Schwefeleisen vorhanden gewesen, welches beim Glühen, durch Verlust von Schwefel, in $^8/_7$ oder Einfach-Schwefeleisen überging, durch verdünnte Säuren leicht zersetzbar. Zieht man den frischen Schlamm mit verdünnter Salpetersäure aus und bestimmt in dem Filtrat die Schwefelsäure, so erhält man eine Quantität derselben, welche die direkt gefundene Menge Schwefelwasserstoff (aus dem Einfach-Schwefeleisen) und die Schwefelsäurequantität im salzsauren Auszuge, zusammengenommen, um das Mehrfache übertrifft (s. S. 19); es ist hier ein grosser Theil des Schwefelkieses durch die Salpetersäure in Eisenoxyd, Schwefel und Schwefelsäure zersetzt worden.

Ferner scheidet der frische Schlamm, der Luft ausgesetzt, allmälig Eisenoxydhydrat in solcher Menge ab, — indem seine dunkle Farbe in die schmutzigrothe des Ochers übergeht, — dass man Bedenken tragen möchte, dieselbe von der Oxydation des Einfach-Schwefeleisens und der geringen Menge von Eisenoxydulverbindungen allein herzuleiten [1]). Der mit verdünnter Salzsäure behandelte, dann mit Wasser ausgewaschene Schlamm verhält sich nach einiger Zeit ganz eben so.

Wurde endlich mit Salzsäure gekochter und dann völlig ausgewaschener Schlamm mit einer Lösung von reinem kohlen-

1) Die Stellen am Oesel'schen Strande, „wo Schlammerzeugung stattgefunden", d. h. wo der durch die See angeschwemmte Schlamm austrocknete, sind stets mit braungelben Incrustationen von Eisenoxyd bedeckt, desgl. auch die inneren Wandungen der Fässer, in denen der Schlamm aus den Wieken zur Stadt gebracht wird (vergl. Normann, Inland 1840 S. 724).

sauren Natron in der Silberschale einige Zeit zum Sieden erhitzt, wie dies bei der Bestimmung der an die löslichen Basen gebunden gewesenen Kieselsäure geschah, so überzog sich die innere Wandung der Silberschale, je nach der Menge des angewandten Schlammes, mit einer mehr oder minder dicken Schicht von schwarzem Schwefelsilber.

Es unterliegt aus dem Vorhergehenden wol keinem Zweifel, dass das Eisen nicht in einer einzigen Verbindung mit dem Schwefel im Schlamme vorhanden sei, sondern wahrscheinlich in einer ganzen Reihe von Schwefelungsstufen, unter denen Eeinfach- und Doppelt-Schwefeleisen die hauptsächlichsten sind, auf welche Formeln ich denn auch, als der Wahrheit am Nächsten kommend, die im Schlamme gefundenen Mengen berechnet habe. Eisenkies (FeS_2) und Magnetkies (Fe_7S_8), die in der Natur am Allgemeinsten verbreiteten Schwefelverbindungen des Eisens, scheinen aber, selbst in ihren am vollkommensten ausgebildeten Krystallen, Schwankungen in ihrer Zusammensetzung, von geringen Mengen beigemengter niederer oder höherer Schwefelungsstufen herrührend, zu zeigen, so dass die Resultate der vorhandenen Analysen selten mit der Berechnung stimmen [1]). Nicht viel beständiger scheint der Magnetkies zusammengesetzt zu sein [2]). Diese Unbeständigkeit in der Zusammensetzung möchte wol nur von dem oxydirenden Einflusse des Sauerstoffs der Luft während der Bildung und des Bestehens des Schwefelkieses herrühren und

1) Siehe die Analysen von FeS_2 in Gmelin's Chemie, V. Aufl., Bd. III, S. 217, von Berzelius, Gueniveau, Hatchett, Bucholz u. Stromeyer.

2) Siehe den Artikel „Magnetkies" in Rammelsberg's Handwörterbuch des chem. Theils der Mineralogie, Bd. I, S. 402; ferner Supplem. I, S. 93; Supplem. IV, S. 147, und die Abhandlung von Gust. Rose über die chem. Zusammensetzung des Magnetkieses in Pogg. Ann., Bd. XIV, S. 291 ff. (1848).

würde somit einen neuen Beweis für die nur auf nassem Wege erfolgte Entstehung dieses Minerals abgeben [1]).

Die künstlich, auf nassem Wege dargestellten Schwefelverbindungen des Eisens haben ebensowenig eine constante Zusammensetzung, sei es nun, dass man sie durch Fällen von Eisensalzen mittelst Schwefelalkalien, sei es, dass man sie durch Nachahmung des Naturprocesses, vermittelst der Einwirkung schwefelsaurer Salze auf Eisen, bei Gegenwart organischer Substanzen, wobei man den Massentheilchen hinlänglich Zeit lässt auf einander einzuwirken, hervorbringt.

Was das Erstere betrifft, so ist es bekannt, dass ein durch Schwefelammonium in einer Eisenlösung erhaltener Niederschlag, als solcher, nicht gewogen und bestimmt werden darf; wäre unsere Atmosphäre sauerstofffrei, so könnten wir in der analytischen Chemie das Eisen durch Schwefel mit derselben Leichtigkeit und Präcision quantitativ bestimmen, wie das Silber durch Chlor, oder die Schwefelsäure durch Baryt. Hinsichtlich des Letztern möge, unter manchem Andern, folgender Fall dienen. Bischof [2]) analysirte den durch Einwirkung von etwas Zucker auf Brohler Mineralwasser (0,003 pCt. schwefelsaures Natron und 0,012 kohlensaures Eisenoxydul enthaltend), in fest verschlossenen Krügen, während 3 ½ Jahren entstandenen, schwarzen Niederschlag. Er sammelte diesen Niederschlag aus dreissig und einigen Krügen, deren Wasser nun mit Schwefelwasserstoff geschwängert war. Salzsäure entwickelte aus dem schwarzen Pulver Schwe-

---

1) Schwefelkies, der sich beim Fassen eines Eisensäuerlings vorfand und in seinem Innern einen Pflanzentheil enthielt, bestand aus 44,78 Fe und 55,22 S; FeS_2 erfordert 45,76 Fe und 54,33 S (Gmel. Ch. III, S. 219).

2) Lehrb. d. physik. u. chem. Geologie, von Dr. Gust. Bischof. Bonn. 1847. Bd. I, S. 918.

felwasserstoffgas, und doch enthielt es 4,6 pC Schwefel mehr, als zur Bildung des Schwefelkieses erforderlich war.

Kehren wir aber zum Schlamme zurück. Es ist nach dem Vorhergehenden nunmehr wol als gewiss zu betrachten, dass der Schlamm Schwefelkies enthält. Auch findet endlich die so bedeutende Differenz in dem Gesammtschwefelgehalt des Schlammes einerseits und der Schwefelsäuremenge der Basen und des Einfach-Schwefeleisens anderseits, mit der Annahme des Schwefelkieses ihre befriedigende Erklärung. Mit blossem Auge war derselbe in dem mit ClH ausgezogenen Schlamme nicht wahrzunehmen; unter dem Mikroskop bemerkte man, unter dem bunten Gemenge von Verwesungsprodukten und Gesteinstrümmern, amorphe schwarze Moleküle, die nach dem Glühen der Probe nicht mehr sichtbar waren, nach welcher Operation aber die Menge sichtbaren Eisenoxyds beträchtlich vermehrt ward.

Es ist bereits erwähnt worden, dass, wenn man den mit Salzsäure ausgezogenen Schlamm mit verdünnter Salpetersäure behandelt, man in dem mit Wasser sehr verdünnten Filtrat durch BaCl sogleich einen Niederschlag erhält. Schmilzt man den mit Salzsäure ausgezogenen, darauf ausgewaschenen und getrockneten Schlamm mit reinem Salpeter und Aetznatron, so geschieht, nach dem Auflösen der theilweise geschmolzenen Masse und nach der Abscheidung der Kieselerde durch Salzsäure und Eindampfen ganz dasselbe.

Man könnte hier einwenden, dass diese Schwefelsäure bereits in der Form schwefelsaurer Salze in den organischen Substanzen des Schlammes präexistirt habe, welche nun, nach der Zerstörung jener organischen Substanzen durch die angewandten oxydirenden Einflüsse, in Freiheit gesetzt wurden. Abgesehen davon, dass Salpetersäure keineswegs einen so zerstörenden

Einfluss ausübt, dass dadurch Pflanzenzellgewebe in kurzer Zeit stark angegriffen würde [1]), abgesehen von der Unwahrscheinlichkeit, dass durch das vorhergegangene Behandeln mit Salzsäure nicht schon sämmtliche präexistirenden löslichen Salze, also auch die schwefelsauren, bereits ausgezogen worden wären, mag ein näheres Eingehen auf jenen Einwand dessen Unhaltbarkeit darthun.

Weil die organischen Reste in dem Schlamme von Rootsiküll jedenfalls zum grössten Theile, die der Arensburger Grossen Wiek gewiss auch theilweise aus verwesten und in Verwesung begriffenen Meerespflanzen (*Fucus vesiculosus, Zostera marina, Zannichellien* u. a.) bestehen, so hat jener Einwand zuerst viel für sich, da die Meergewächse ungemein reich an schwefelsauren Salzen zu sein pflegen. Forchhammer [2]), welcher die Aschen von 19 Fucusarten analysirte, fand, dass die Menge der Schwefelsäure, im Minimum, 1,28 pC vom Gewichte der ganzen getrockneten Pflanze betrug. Das Mittel der Schwefelsäuremenge aus den 19 Analysen war 3,82 pC [3]). Nehmen wir nun an, dass der ganze in Salzsäure unlösliche Gehalt an trockner organischer Materie in dem Schlamme der Grossen Wiek aus getrockneten Fucusarten bestände, so müsste derselbe (23,42 pC des trockenen Schlammes betragend) 0,89 Schwefelsäure enthalten.

2,352 gr. des mit Salzsäure ausgezogenen, getrockneten und zerriebenen Arensburger Wickenschlammes gaben,

---

1) Bei der Darstellung des Pyroxilins, lässt man concentrirte, rauchende Salpetersäure auf Baumwolle einwirken, und die Pflanzenfaser verändert sich in ihrer Textur fast gar nicht.

2) Forchhammer, über den Einfluss der Fucusartigen Pflanzen auf die Formationen der Erde etc., in Erdmann's Journ. 1845, Bd. III. S. 385.

3) Dieses Mittel ist offenbar zu gross, da hier die aus dem Schwefel der in den Fucusarten vorhandenen Albuminate durch das Verbrennen der Pflanze gebildete Schwefelsäure mit einbegriffen ist.

mit etwas Salpetersäure von 1,12 sp. G. in der Wärme digerirt, in dem mit der 10fachen Menge Wassers verdünnten Filtrat, 0,187 BaO, SO_3, was für 23,42 gr. Fucus, 1,84 Schwefelsäure, also mehr als das Doppelte des möglichen Schwefelsäuregehaltes ausmacht.

Ferner gaben 0,752 gr. desselben mit Salzsäure behandelten und getrockneten Schlammes, mit Aetznatron und Salpeter geschmolzen, nach Abscheidung der Kieselerde, 0,0787 gr. BaO, SO_3, was, auf die in 100 Theilen trocknen Schlammes enthaltene unlösliche organische Substanz berechnet, 2,422 Schwefelsäure gibt, also fast dreimal so viel als Fucusarten hätten liefern können.

Jener Einwand fällt aber vollends in sich zusammen, wenn wir berücksichtigen, dass Salzsäure aus getrockneten Pflanzen die bereits präexistirenden schwefelsauren Salze vollständig auszuziehen vermag, und dass dann mithin nur der in dem Atomencomplex der Albuminate enthaltene Schwefel, beim Einäschern der Pflanze, noch etwas Schwefelsäure liefern könnte, ein Fall, der bei den organischen Resten des Wiekenschlammes kaum denkbar ist, da in demselben, ausser den Kiesel- und einigen Chitinpanzern, durchaus keine organisirten Formen, mit Ausnahme einiger Algenzellen, erkannt werden konnten. Bei der Verwesung organisirter Körper unterliegen die in ihnen enthaltenen Albuminate stets zuerst dem Zersetzungsprocess, wobei ihr Schwefel in Schwefelwasserstoff übergeht; unzersetzte Albuminate pflanzlichen Ursprungs können aber, nach dem Vorhergehenden, im Schlamme schwerlich vorhanden sein. Dabei ist nicht zu vergessen, dass dieser etwaige von den Eiweiskörpern herrührende Schwefel auch nur ein Minimum sein kann, da er weniger von den an Eiweiss so armen Kryptogamen *(Fucus)* herrührt, als vielmehr

animalischen Ursprungs ist. Es enthalten, nach Forchhammer[1]), die Fucuspflanzen, im Mittel aus funfzehn Analysen, 1,09 pC der trockenen Masse an phosphorsaurem Kalk und die Asche derselben, im Mittel aus zwölf Analysen, 6,36 pC jenes Salzes. Wegen der in den Organismen stattfindenden innigen Beziehung zwischen dem Gehalte an phosphorsauren Salzen und Eiweisskörpern sollte man nun meinen, dass die Fucusarten nicht so arm an Albuminaten wären. Forchhammer führt jedoch an[2]), dass unzählige kleine Crustaceen, besonders aus der Familie der Amphipoden, millionenweise in den von der See ausgeworfenen Fucusarten versteckt lägen. Nach seiner Analyse besteht nun die Asche der Krabbenschalen aus schwefels. Kalk, phosphors. Kalk und phosphors. Magnesia, nebst einer sehr geringen Menge von kohlens. Kalk. Er zieht hieraus den Schluss, dass diese Crustaceen den Fucusarten Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kalk und Magnesia entziehen, welcher Schluss aber, — obwol es gewiss ist, dass eine Beziehung zwischen diesen Crustaceen und den Fucuspflanzen, die nothwendigerweise zunächst keine chemische zu sein braucht, stattfinde, — keineswegs gerechtfertigt erscheint, da das gleichzeitige Stattfinden zweier Erscheinungen noch nicht den ursächlichen Zusammenhang derselben bedingt, ein solcher aber weder durch direkte Beobachtung, noch durch den Versuch nachgewiesen ist[3]). Dagegen ist es viel wahrscheinlicher, dass jener von Forchhammer gefundene Gehalt von phosphor-

1) Forchhammer a. a. O., S. 393.

2) Forchh. a. a. O., S. 394.

3) Die Thatsache, dass die Amphipoden, vermöge ihrer sehr entwickelten Bewegungsorgane, einer dauernden und raschen Ortsveränderung im Wasser fähig sind, so wie dass dieselben meist räuberischer Natur sind, spricht im Gegentheil dafür, dass die Seegewächse ihnen hauptsächlich als Aufenthalts-, Jagd- und Zufluchtsort, nicht aber zur Nahrung dienen.

saurem Kalk in den Fucuspflanzen zum grossen Theil von den ihnen anhängenden Crustaceen herrühre. Hierzu kommt endlich noch, dass jene von Forchhammer angegebene Quantität phosphorsauren Kalks viel zu gross ist; denn er berechnete das ganze aus der salzsauren Lösung des im Wasser unlöslichen Theils der Asche der Fucuspflanzen durch Ammoniak erhaltene Präcipitat als 3 CaO,PO_5 „weil dieser den grössten Theil desselben ausmachte, jedoch enthielt es zuweilen ein wenig Thonerde, Eisenoxyd und Manganoxyd [1])“.

Hieraus erhellt, dass der von Forchhammer gefundene verhältnissmässig bedeutende Gehalt an Phosphorsäure [2]) in den Fucuspflanzen nur in geringer Beziehung zu dem etwaigen Gehalt der Albuminate in denselben stehen, dass mithin die Quantität der Letztern nur eine sehr geringe sein könne, und dass endlich der von den im Schlamm etwa befindlichen unzersetzten Proteinsubstanzen thierischen und pflanzlichen Ursprungs herrührende Schwefel eine verschwindende Grösse, dem Schwefelgehalt des Schwefelkieses gegenüber, sein müsse.

Forchhammer [3]) theilte endlich, zur Erklärung der Bildung des Alaunschiefers, eine Theorie der Bildung des in diesem sich so häufig findenden krystallisirten Schwefelkieses, durch die Fucusarten mit. Dieselbe beruht darauf, dass das aus dem schwefelsauren Kali der Seegräser durch Desoxydation gebildete Schwefelkalium sich mit dem eisenhaltigen Thon in der Weise umsetzt, dass sich Einfach-Schwefeleisen und Kali bilden, welches Letztere, wie er durch das Experiment

---

1) Forchhammer a. a. O., S. 388.

2) Er kommt dem Phosphorsäuregehalt in der Asche des Strohes der eiweissreichen Leguminosen sehr nahe und übertrifft solchen in der Asche des Strohes der Cerealien durchschnittlich um das Doppelte.

3) Erdmann's Journ. 1845, III, S. 395.

nachweist, mit dem Thon eine unlösliche Verbindung eingeht. Indem er eisenhaltigen Thon mit einer Lösung von Schwefelkalium in einem verschlossenen Gefässe längere Zeit sich selbst überliess, nahm der Thon eine schwarze Farbe an und es entwickelte sich aus demselben, auf Zusatz von Salzsäure, Schwefelwasserstoffgas. Daraus schliesst er, „dass, wo immer in Fäulniss übergegangene Seegräser mit eisenhaltigem Thone in Berührung kommen, Schwefelkies sich bilden muss“, ohne indessen die Bildung oder das Vorhandensein dieses Körpers selbst irgendwie experimentell zu begründen.

Durch diese Thatsache des Vorhandenseins von amorphem Schwefelkies erklären sich auch gewisse Verschiedenheiten in Bezug auf den durch die Analyse desselben Schlammes (bei geänderter Methode) erhaltenen Eisen- und Schwefelsäuregehalt. Die vorhandenen geringen Mengen von Einfach-Schwefelmetallen zersetzen sich, beim Eintrocknen des Schlammes an der Luft, fast vollständig, denn Salzsäure entwickelt aus der bei 120° getrockneten Masse nur sehr geringe Mengen Schwefelwasserstoff.

Aus Tab. C. ist ersichtlich, dass der Eisenoxyd- und Schwefelsäuregehalt des geglühten Obergrundes bei Weitem grösser ist, als solcher des im frischen Zustande analysirten. Durch das Glühen der getrockneten Schlammmasse an der Luft wird der Schwefelkies zersetzt; ein Theil des Schwefels oxydirt sich zu SO_2 und darauf zu SO_3 und bleibt, durch Austreibung eines äquivalenten Theiles Kohlensäure, in der Masse; der grösste Theil des Schwefels aber verflüchtigt sich und es bleibt zuletzt Eisenoxyd zurück, welches sich grösstentheils in Salzsäure löst. War demnach der Schlamm vor dem Ausziehen mit Salzsäure geglüht, so ging der grösste Theil des als Schwefelkies vorhanden gewesenen Eisenoxyds in die Lösung

über; wurde er aber vor dem Glühen mit Salzsäure behandelt, so musste alles Doppelt-Schwefeleisen im unlöslichen Rückstande zurückbleiben. Was die Menge des löslichen Eisenoxyds im ersten Falle noch vielleicht vermehrt, ist der Umstand, dass durch das Glühen eine geringe Menge von Silikaten des Eisens löslich gemacht werden mag. Es ist ferner klar, dass, wenn der Schlamm frisch mit Salzsäure behandelt wurde, man in der Lösung von den Schwefeleisenverbindungen nur das dem Eisensulphür entsprechende Chlorür hat; alles andere in die Lösung übergegangene Eisen ist hauptsächlich als dem Thon angehöriges, freies Eisenoxyd und nur zum kleinern Theile als Oxydulcarbonat und Silikat vorhanden gewesen.

Es folgt aus dem Vorhergehenden, dass bei der Berechnung der Zusammensetzung des in Salzsäure unlöslichen Theiles, wenn der Schlamm erst nach der Behandlung mit der Säure geglüht wurde, von der gefundenen Menge des Eisen-. oxyds, die dem Schwefelkies äquivalente Menge Eisenoxyd abgezogen werden musste. Dies ist bei dem unlöslichen Rückstand des Wiekenschlammes geschehen, während es bei dem des Untergrundes nicht nöthig war.

Ebenso musste die Schwefelsäuremenge im geglühten Schlamme stets zu gross ausfallen, und es rührt die Schwefelsäure in der salzsauren Lösung des geglühten Untergrundes wol lediglich, in dem des geglühten Obergrundes zum grossen Theil von dem Doppelt-Schwefeleisen her. Bei der Berechnung des Letztern, ist daher die im rohen Schlamme gefundene Schwefelquantität benutzt.

Entstehung des Schwefelwasserstoffs und Eisenkieses im Schlamme.

Was die Herkunft und die Entstehung des Schwefelwasserstoffs und des Schwefeleisens im Schlamme anbetrifft, so ist es eine längst festgestellte Thatsache, dass dieselbe an die Aufeinanderwirkung organischer Substanzen auf schwefelsaure Salze, bei Gegenwart von Eisen und Wasser, geknüpft ist. Es kann dieser Process in sehr mannigfaltigen Abstufungen und Zwischengliedern gedacht werden. Der Kohlenstoff organischer Körper reducirt das schwefelsaure Salz, etwa Gyps oder Glaubersalz, zu Kohlensäure und Schwefelcalcium, welches Letztere, durch Einwirkung freier Kohlensäure, bei Gegenwart von Wasser, sofort in Schwefelwasserstoff und kohlensauren Kalk zersetzt wird. Der gebildete Schwefelwasserstoff tritt mit den vorhandenen löslichen Eisenoxydulsalzen zu dem die schwarze Farbe des Ganzen mit bedingenden Einfach-Schwefeleisen zusammen, unter Bildung von Wasser und Freiwerden der Säure des Eisensalzes; oder er wirkt reducirend auf Eisenoxydsalze und freies Eisenoxyd, wobei Anderthalb-Schwefeleisen und Wasser entsteht. Die beständig stattfindende Reduction von Eisenoxyd und seinen Verbindungen, durch den Kohlen- und Wasserstoff verwesender organischer Körper, liefert indessen schon eine nie versiegende Quelle von kohlensaurem Eisenoxydul. Durch die fernere Einwirkung freien Schwefelwasserstoffs auf jene einfachen Schwefelverbindungen, werden höhere Schwefelungsstufen gebildet, Polysulphurete der Alkalien, Erden und des Eisens (Schwefellebern, Anderthalb- und Zweifach-Schwefeleisen). Die Erstern zersetzen sich sofort wieder durch die Kohlensäure; der frei gewordene Schwefelwasserstoff beginnt den Kreislauf von Neuem,

welcher endlich in der Bildung des Schwefelkieses, als der beständigsten der im Schlamme vorhandenen Schwefelverbindungen, fürs Erste seinen Abschluss zu finden scheint. Es ist klar, dass, wenn dieser Process, zu dessen Beschleunigung die als Endprodukte der Gährung, Fäulniss und Verwesung auftretenden Gasarten, wie Kohlensäure, Kohlenwasserstoffgas, Schwefelwasserstoff und Wasserstoffgas, mächtig beitragen, in seiner Mannigfaltigkeit und Leichtigkeit so fortgeht, zuletzt alles vorhandene Eisen in Schwefelkies umgewandelt werden müsste, da an schwefelsauren Salzen und organischen Substanzen im Schlamm nie Mangel ist. Es ist aber, wie wir sehen, nur ein Theil des vorhandenen Eisens in Schwefelkies umgewandelt worden; es unterliegt mithin der gebildete Schwefelkies zum Theil einer regressiven Metamorphose. Wenn wir ein Stück befeuchteten Schwefelkieses der Luft aussetzen, so geht es nach und nach vollständig in Eisenvitriol über. Dieselben Bedingungen finden sich im Schlamme. Der von dem Schlammwasser aus der Luft absorbirte, so wie der unter dem Einflusse des Lichtes aus den grünen Pflanzentheilen (Charen u. dergl.) entbundene Sauerstoff leitet jene regressive Umwandlung des Schwefelkieses ein, dessen Zersetzungsprodukte, mit andern Verbindungen sich umsetzend ($FeO, SO_3 + CaO, CO_2 = FeO, CO_2 + CaO, SO_3$), theils von Neuem in das Spiel des geschilderten Kreislaufs eintreten, theils in der Form von Eisenoxydhydrat fürs Erste aus demselben scheiden. Jener vorhandene Sauerstoff wirkt natürlich auch, und zwar mit noch grösserer Leichtigkeit, auf die Schwefelverbindungen der Alkalien und Erden, die er sofort, zum Theil mit Ausscheidung von Schwefel und Schwefelwasserstoff, zu Verbindungen verschiedener Säuren des Schwefels oxydirt, — eine Zersetzung, die unter Beihülfe von Kohlensäure und Wasser

weit intensiver, fast momentan erfolgt und es begreiflich macht, weshalb wir stets nur spurenweise Mengen jener alkalischen und erdigen Schwefelverbindungen vorfinden (alkalische Reaction des Schlammes), da in jedem Augenblick der Neubildung derselben, auch sofort ihre Zersetzung in mannigfaltiger Weise, stets jedoch unter Freiwerden von Schwefelwasserstoff stattfindet. Diese besonders in den der Luft direkt ausgesetzten Schichten des Schlammes mit Energie vor sich gehende Zersetzung der Schwefelverbindungen, macht sich daher in der Natur im Grossen besonders bemerklich, wenn der Schlamm von der ihn vor der Luft schützenden Wasserschicht plötzlich befreit wird, wie Dr. Schrenk in seiner Schrift ein solches Beispiel anführt, indem „manche Striche in der Meeresbucht zwischen Schworbe und der Südwestküste Oesels, bei Landwinden, die die See niedrig halten, einen wahren Kloakengeruch empfinden lassen“ [1]).

Es ist aber aus dem Vorhergehenden klar, dass das Doppelt-Schwefeleisen, durch das Vorhandensein jener leichter zerstörbaren, elektropositiveren Schwefelverbindungen, vor der Zersetzung gewissermassen geschützt wird und nicht eher angegriffen werden kann, als bis jene durch den Sauerstoff vollständig zerstört und die Bedingungen ihrer Neubildung weggenommen werden. Hierin findet die Anhäufung des Schwefelkieses ihren Grund. Es lässt sich ferner daraus folgern, dass die absolute Menge des Schwefelkieses im Schlamme zu verschiedenen Zeiten eine verschiedene sein muss, je nach den zu seiner Bildung und Conservirung mehr oder minder günstig zusammentreffenden Bedingungen, dass daher, aller Wahrscheinlichkeit nach, der Schlamm im Hochsommer das Maximum an Schwefelkies und das Minimum an freiem Eisenoxyd, im Frühjahre

1) Schrenk a. a. O., S. 104.

dagegen, nach der Schneeschmelze, das Minimum an Schwefelkies und das Maximum an Eisenoxyd enthalten müsse, welche Folgerung durch das Experiment leicht festzustellen oder zurückzuweisen wäre.

Endlich wird aus dem Obigen folgende Erscheinung selbstverständlich: setzt man eine Portion frischen, schwarzgrünen Schlammes der Luft aus, so verliert er in wenigen Stunden seinen Schwefelwasserstoffgeruch vollständig; die stark alkalische Reaction wird schwächer und endlich ganz neutral; nach längerer Zeit, wobei man ihn immer nass erhält, geht endlich die schwarzgrüne Farbe allmälig in eine schmutzige Ocherfarbe über. Hierdurch unterscheidet sich unser Schlamm schon wesentlich von gewissen andern Schlammarten, wie z. B. von dem durch Prof. Schmidt untersuchten Salinenschlamm zu Staraja Russa, welcher, von steifteigiger Beschaffenheit, seine reine, glänzend sammetschwarze Farbe lediglich einem grossen Gehalt an Einfach-Schwefeleisen verdankt und, der Luft ausgesetzt, sich sofort von Aussen nach Innen, ohne vermittelnde Uebergangsstufen in der Farbe zu zeigen, in eine rostfarbige Masse verwandelt.

Versinnlicht man sich obige Processe der Schwefeleisenbildung durch chemische Gleichungen, so ist aus diesen ersichtlich, dass weit grössere Mengen von Kohlensäure dabei entwickelt werden, als von Schwefelwasserstoff. Nimmt der Wasserstoff der organischen Substanzen ebenfalls an der Desoxydation Theil, so fällt die gebildete Kohlensäuremenge natürlich geringer aus, wird aber den Schwefelwasserstoff immer bei Weitem überwiegen, da dieser Letztere, nach seiner Bildung, zum Theil gleich wieder verwendet wird.

Vergleichung der relativen Mengen der Schwefelverbindungen und daraus sich ergebende Folgerungen.

Vergleicht man die relativen Mengen von Schwefelwasserstoff, welche Salzsäure aus den Einfach-Schwefelmetallen (FeS) des im trockenen Zustande gedachten Schlammes auszutreiben vermag, so liefert, auf 100 Gewichtstheile trockener Masse,

der Untergrund 11,83 cub. cent. SH-Gas, bei 18° C. u. 760 mm.
der Obergrund 41,77 „ „ „
der Wiekenschl. 44,56 „ „ „

Hiernach scheint es, als wenn der Schlamm von Arensburg am Reichsten an Schwefelwasserstoffgas sei. Bezieht man aber, wie es der Natur der Sache nach richtiger ist, die Schwefelwasserstoffmengen auf ein gleiches Gewicht Schlamm im rohen Zustande, so geben, — für 18° C. und 760 mm., —

100 Theile roher Untergrund 6,96 cub. cent.
„ „ Obergrund 10,19 „
„ „ Wiekenschl. 3,38 „

Der rohe Seeschlamm von Rootsiküll ist also bei Weitem reicher an Schwefelwasserstoffgas, als der Wiekenschlamm. Der Untergrund enthält das Doppelte an Schwefelwasserstoff, bei einer nicht halb so grossen Wassermenge, als der Arensburg'sche Wiekenschlamm und der Obergrund, bei $^4/_5$ der Wassermenge des Letztern, das Dreifache an jenem Gase.

Reines, destillirtes Wasser vermag, nach Theod. v. Saussure, bei + 18° C., sein 2,5 faches Volumen an Schwefelwasserstoffgas zu absorbiren [1]). Wie man sieht, ist die ganze

1) Nach Henry u. Dalton, absorbirt destill. Wasser, bei gewöhnlicher Temperatur, 1 Vol., nach Gay Lussac und Thénard, bei 11,3°, drei Vol. dieses Gases (Handb. d. Chemie, von Leop. Gmelin (1852) Bd. I, S. 611).

durch Salzsäure abscheidbare Quantität Schwefelwasserstoff lange nicht hinreichend um auch nur den zehnten Theil des Schlammwassers zu sättigen und dennoch bot dasselbe, durch die grössern oder geringern Explosionen beim jedesmaligen Oeffnen der Flaschen, die Erscheinungen eines mit Schwefelwasserstoff übersättigten Wassers dar. Jener Umstand findet nun einestheils seine Erklärung darin, dass beim Oeffnen der Flaschen und dem Einfüllen des Schlammes in den Apparat ein Verlust an Schwefelwasserstoff nicht zu vermeiden war und daher die gefundene Quantität dieses Gases etwas zu gering ausgefallen ist, anderntheils aber und hauptsächlich in der Thatsache, dass die Absorbtionsfähigkeit des Wassers für ein Gas desto mehr vermindert wird, je mehr andere Gase es bereits enthält; auch tragen die im Wasser gelösten festen Substanzen häufig zur Verringerung der Absorbtions-

Um bei diesen differirenden Angaben durch eigene Versuche mir Gewissheit zu verschaffen, wurde reines, destillirtes Wasser durch einstündiges Durchleiten von Schwefelwasserstoffgas mit dieser Luftart gesättigt und die absorbirte Menge derselben durch Zusatz von Arsenchlorürlösung bestimmt. Das Wasser hatte die Temperatur von 15° C. und war durch Spuren ausgeschiedenen Schwefels schwach opalisirend.

I.	153,722	gr. mit SH gesättigten Wassers gaben	0,8371 gr. AsS_3
II.	84,9618	„ „ „	0,4930 „
III.	83,165	„ „ „	0,4798 „

Destillirtes Wasser absorbirt hiernach, bei 15° C.,

dem Gewicht nach:	dem Volumen nach:
I. 0,226 pC. SH	I. 155,5 pC. SH
II. 0,240 pC. SH	II. 165,7 pC. SH
III. 0,239 pC. SH	III. 164,8 pC. SH
Im Mittel 0,235 pC. SH	Im Mittel 162 pC. SH

Nach diesen drei Versuchen, ist destillirtes Wasser im Stande, bei 15° C., mehr als das Anderthalbfache seines Volumens an Schwefelwasserstoffgas zu absorbiren. Es ist wahrscheinlich, dass, bei der Darstellung des Schwefelwasserstoffgases aus künstlichem Schwefeleisen, das meist zugleich mit auftretende Wasserstoffgas (von dem mechanisch beigemengten metallischen Eisen herrührend) die Neigung des Wassers, Schwefelwasserstoff zu absorbiren, vermindert, worin die vorhin erwähnte Differenz in den Angaben über diesen Punkt zum Theil begründet sein mag.

capacität bei. Das 0,5 bis 1 pC. fester Salze und, ausser diesen, noch organische Materie in Lösung führende Schlammwasser hält, ausser dem Sauerstoff und Stickstoff der absorbirten Luft, auch noch von den Algen producirten Sauerstoff, sowie Kohlensäure und Kohlenwasserstoffgas absorbirt, durch welches bereits vorhandene Gasgemenge seine Fähigkeit Schwefelwasserstoff aufzunehmen auf ein Minimum reducirt werden mag [1]). Vorzüglich ist es die neben dem Schwefelwasserstoff stets in grösserer Menge sich bildende Kohlensäure, durch welche die vorhandenen Schwefelmetalle immerwährend zersetzt werden und das Schwefelwasserstoffgas im geschlossenen Raume dadurch in einer Weise aufgehäuft wird, die endlich bis zur Zersprengung des Gefässes geht, wofern es sonst keinen Ausweg findet [2]). Es dürfte hiernach vielleicht das Schlammwasser, trotz seines so geringen Gehalts an Schwe-

---

1) Hierfür spricht auch folgender Versuch. Ich bereitete eine Mischung von Erd- und Alkalisalzen in demselben Verhältniss, wie solche in Tab. G. für den Schlamm der Grossen Wiek angegeben sind. An Stelle der löslichen organischen Substanz wurde Rohrzucker genommen. Die Mischung wurde mit einer dem Schlammwasser entsprechenden Menge destillirten Wassers digerirt und, nach längerem Schütteln mit Luft, mit Schwefelwasserstoffgas gesättigt. Das klare Filtrat gab, nach einer direkten Bestimmung, 1,46 pC. bei 110° trockener Masse und 0,50 pC. feuerbeständigen Rückstands.

I. 275,5 gr. dieses künstlichen Schlammwassers gaben 0,667 gr. AsS_3.

II. Nachdem abermals ein starker Strom von Schwefelwasserstoff, neben einem gleichzeitigen Strom von Kohlensäure, aus einem zweiten Gasentwickelungsapparat, in dieselbe Flüssigkeit geleitet war, gaben 222,90 gr. derselben 0,2235 gr. AsS_3.

Die Flüssigkeit hatte während der Versuche die Temperatur von 16,5° C. und hatte mithin, im ersten Versuch, $^7/_{10}$, im zweiten, nur $^3/_{10}$ ihres Volumens an Schwefelwasserstoffgas aufgenommen, denn sie enthielt:

nach I. 0,1003 Gewichtsproc. $SH = 69,5$ Volum.proc.
nach II. 0,0416 Gewichtsproc. $SH = 28,8$ Volum.proc.

2) Dies geschah mit einigen, vor etlichen Jahren an Prof. Schmidt gesandten, mit Schlamm aus Oesel angefüllten Flaschen. Nachdem sie, nach ihrer Ankunft, einige Monate hindurch in einem mitten im Zimmer befindlichen, verschlossenen Schranke ruhig gestanden hatten, explodirten sie mit Gewalt.

felwasserstoffgas, dennoch als mit diesem Gase gesättigt zu betrachten sein; es gehört, wie bereits erwähnt, nur sehr wenig Schwefelwasserstoffgas dazu, um dem Wasser schon einen penetranten Geruch darnach zu ertheilen [1]).

Gegen die obige Behauptung, dass der Seeschlamm von Rootsiküll weit reicher an Schwefelwasserstoffgas sei, als der Wiekenschlamm, kann nun mit Grund eingewendet werden, dass in dem Wiekenschlamm, durch die Zersetzung der weit bedeutendern Menge organischer Substanzen, eine reichlichere Kohlensäurebildung bewirkt werde, welche ihrerseits eine grössere Menge von Einfach-Schwefelmetallen zur Zersetzung brächte, wodurch hier ein weit grösserer Verlust an Schwefelwasserstoff entstehen müsste, als im Seeschlamm.

Es ist klar, dass dieser Einwand nur durch eine Schwefelwasserstoffbestimmung beider Schlammsorten, an Ort und Stelle selbst, am Sichersten beseitigt und entschieden werden kann. Um aber durch theoretische Erörterung der Lösung dieser Frage näher zu kommen, mögen beide Schlammsorten, in Bezug auf ihren Schwefeleisengehalt, nochmals näher betrachtet werden.

Wenn zwei Schlammsorten von verschiedenen Orten, die sonst dieselben physiographischen Verhältnisse zeigen, hinsichtlich eines Bestandtheils, der eine Resultirende der Aufeinanderwirkung mehrerer bekannter Ursachen ist, mit einander verglichen werden sollen, so handelt es sich zunächst um ein Maass, das beiden Schlammarten in Bezug auf jenen

1) Ohne gerade teleologischen Grundsätzen zu huldigen, kann man doch nicht umhin diese Leichtigkeit der Austreibung, Zersetzung und steten Verwendung des Schwefelwasserstoffgases im Schlamme als eine weise Anordnung der Natur anzusehen, durch welche eine zu starke Anhäufung dieses in Menge beständig sich bildenden, für die lebenden Organismen so verderblichen Körpers stets verhindert wird.

Bestandtheil gemeinschaftlich ist. Es liegt nahe jenes Maass unter den ursächlichen Bedingungen zu suchen, da alles Andere im Schlamm Befindliche, in Bezug auf jenen Bestandtheil, nur accidentell sein kann. Von den drei die Existenz des Einfach-Schwefeleisens bedingenden Körpern, — dem in Säuren löslichen Eisenoxyde des Thons, der in den schwefelsauren Salzen vorhandenen Schwefelsäure und den organischen Verwesungsresten, — erscheinen nun das Eisenoxyd und die organischen Reste, dem Einfach-Schwefeleisen gegenüber, unverhältnissmässig überwiegend, als etwas vom Zufall Abhängiges, in wechselnder und unbestimmter Quantität vorhanden. Die wichtigste und nächste Bedingung zur Bildung des Schwefeleisens, die Schwefelsäure, ist dagegen in der geringsten Quantität vorhanden und erscheint ihrer Menge nach zunächst vom Wasser des Schlammes abhängig. Werden die im frischen Schlamm gefundenen Mengen Schwefelsäure [1]) auf gleiche Quantitäten Wasser bezogen, so verhalten sie sich, für 10,000 Theile Schlammwasser, folgendermassen:

Rootsiküll, Untergrund	Rootsiküll, Obergrund	Arensburger Gr. Wiek
10	8	7

(Genauer wie 9,8 : 7,8 : 6,9.)

Hieraus ist zweierlei ersichtlich:

1) Die bedeutende Differenz in dem Schwefelsäuregehalt eines und desselben Wassers (von Rootsiküll) weist darauf hin, dass seine relative Menge nicht von dem Wasser allein, sondern auch von einem oder mehrern andern Umständen abhängig ist.

---

1) D. h. der Schwefelsäuregehalt in dem salzsauren Auszuge des rohen Obergrundes und der Wiek, sowie in dem wässrigen Auszuge des Untergrundes; denn die SO_3 in der salzsauren Lösung des Untergrundes ist offenbar aus dem Schwefelkies durch das Glühen an der Luft entstanden.

2) Da Seewasser (als welches das Schlammwasser von Rootsiküll zum Theil zu betrachten ist) von dem Salzgehalte des Schlammwassers im Allgemeinen 0,005 bis 0,01 pC. an Schwefelsäure zu enthalten pflegt, so rührt $^{6}/_{7}$ bis $^{9}/_{10}$, d. h. fast die ganze Schwefelsäurequantität im Schlamme, von einer andern Quelle her, als welche sich zunächst die organischen Substanzen darbieten, welche die zum Bau ihrer einstigen Organisation zugehörig gewesenen schwefelsauren Salze geliefert haben.

Beziehen wir daher die im frischen Schlamme gefundenen Mengen von Schwefelsäure der Salze auf gleiche Quantitäten organischer Substanzen, so erhält man auf 100 Theile derselben an Schwefelsäure:

Rootsiküll, Untergrund	Rootsiküll, Obergrund	Arensburger Gr. Wiek
2,23	1,99	2,24

Durch die Uebereinstimmung dieser Zahlen, wird die eben ausgesprochene Ansicht über die Herkunft des bei Weitem grössern Theils der Schwefelsäure im Schlamme von den darin befindlichen organischen Resten bestätigt; auch zeigen diese Zahlen an, dass diese organischen Reste, zur Zeit der Analyse, sich auf einem gleichen Grade der Zersetzung befunden haben, wie sich dies auch schon aus der mikroskopischen Betrachtung ergab.

Beziehen wir nun das von der Schwefelsäure herrührende, im Schlamm gefundene, Schwefeleisen ebenfalls auf die organische Substanz, als den bei Weitem grössern und sicherern Maassstab, so ist das Verhältniss der beiden Schwefelverbindungen, auf 100 Theile organischer Substanz,

	Einf.-Schwefeleisen	Schwefelkies	Verhältniss v. FeS zu FeS_2
im Untergrund [1]) .	1,39	9,57	1 : 6,8
im Obergrund .	1,39	10,10	1 : 7,2
im Schlamm d. Wiek	0,44	8,71	1 : 19,7

Berücksichtigt man bei Betrachtung dieser Verhältnisse zugleich die äussern Umstände, unter denen der in den drei Flaschen sich befindende Schlamm gestanden hat, Verhältnisse welche in allen Stücken, — bis auf den einen Umstand, dass mit der Analyse des Untergrundes begonnen wurde, die des Obergrundes einen Monat darauf und die des Schlammes der Gr. Wiek 3 ½ Monate später erfolgte, — einander vollkommen gleich waren, so dürfte sich zunächst als erste und wichtigste Folgerung ergeben, dass während des Stehens des Schlammes in den verschlossenen Gefässen, eine zunehmende und fortdauernde Umwandlung des Einfach-Schwefeleisens in Schwefelkies stattgefunden habe, was insofern bemerkenswerth ist, als dieselbe der gewöhnlichen Annahme, dass Schwefelkies, bei Gegenwart von freiem Eisenoxyd, unter solchen Umständen allmälig in Einfach-Schwefeleisen sich verwandeln müsse, geradezu entgegen ist [2]). Es kann mithin Schwefelkies, bei Ausschluss der Luft und Gegenwart von Eisenoxyd und Wasser, nicht nur sehr gut bestehen, sondern, wofern die Bedingungen dazu da sind, sich noch an Quantität vermehren.

Die relativen Mengen des Einfach-Schwefeleisens sind, wie ersichtlich, im Obergrunde und Untergrunde einander gleich.

1) Der in der Tab. G angegebene Schwefelkiesgehalt muss um 0,0629 vermehrt werden, als der in der salzsauren Lösung befindlichen Schwefelsäure entsprechend, wodurch dessen Menge 0,3018 beträgt.

2) Dieses Vorhandensein freien Eisenoxyds, neben Einfach-Schwefeleisen, mag hauptsächlich der Grund gewesen sein, weshalb man bis jetzt bei Schlammanalysen nie auf Eisenkies prüfte.

Beziehen wir ferner die Menge der einzelnen Schwefelverbindungen auf den ganzen vorhandenen Eisenoxydgehalt:

	Verhältniss des Einfach-Schwefeleisens zur ganzen Eisenoxydmenge.	Verhältniss des Eisenkieses zum ganzen Eisenoxydgehalt.
im Untergrund . .	1 : 14,9	1 : 2,1
im Obergrund . .	1 : 19	1 : 2,6
im Schlamm d. Gr. Wiek	1 : 26	1 : 1,3

Hieraus und aus dem Vorigen ist ersichtlich, dass in dem in verschlossenen Gefässen längere Zeit enthaltenen Schlamm die Menge des Schwefelkieses und Eisenoxyds mit der Zeit, auf Kosten des Einfach-Schwefeleisens, stets zunimmt und dass die Menge des Letztern ursprünglich eine weit grössere gewesen ist. Diese Vorgänge sind aus dem früher Erörterten leicht erklärlich: die unter einem hohen Druck stehende, stets sich bildende Kohlensäure, welche nicht entweichen kann, zersetzt das Einfach-Schwefeleisen ziemlich rasch, dessen Neubildung aus den schwefelsauren Salzen nur sehr langsam und allmälig wieder erfolgt, wie dies aus den von Bischof, Vogel u. A. deshalb angestellten Versuchen sich ergibt.

IV. Resultate der Schlammanalysen.

Kehren wir nun zur Betrachtung der analytischen Resultate zurück. Es ist schon erwähnt worden (p. 49), wie ungleich die Mengen von Schwefelsäure und Eisenoxyd in der salzsauren Lösung ausfielen, je nachdem der Schlamm vorher geglüht worden war oder nicht. Die ganze Menge der Schwefelsäure in der salzsauren Lösung des Untergrundes = 0,041 gr., sowie mindestens 0,0376 gr. der Schwefelsäure des geglühten Obergrundes, sind durch das Glühen aus dem Schwefelkies gebildet worden. Ebenso überwiegt die Eisenoxydmenge im geglühten Obergrunde diejenige im frischen bedeutend.

Hinsichtlich der Chlorbestimmung des Untergrundes erhellt, nach S. 14, dass die gefundene Menge Chlors zu gering ausfallen musste; mir stand leider kein Material zu Gebote, um dieselbe für sich zu wiederholen.

Eine Bestimmung des im Schlamm unzweifelhaft in grösserer Quantität als im Seewasser vorhandenen Broms, Jods und Fluors musste aus begreiflichen Gründen unterbleiben.

Dagegen prüfte ich, geleitet durch die Angaben Pfaff's und Klaproth's [1]), welche im Sande der Ostsee einen Gehalt an Titaneisen vorfanden, sowie durch die Mittheilungen des Fürsten von SalmHorstmar [2]), der in jeder von ihm untersuchten Ackererde, so wie auch im Sande des Nordseeufers, einen bis 1 pC. steigenden Titansäuregehalt gefunden zu haben angibt, die sämmtlichen, aus dem Schlamme durch die Analyse abgeschiedenen Kieselerdemengen im unlöslichen Rückstande sowol, wie die in Salzsäure und Soda löslichen, auf den genannten Bestandtheil, habe aber nie die geringsten Spuren von Titansäure finden können, obwol, bei Zusatz von 0,001 bis 0,0005 geglühter Titansäure, dieselbe sich stets deutlich zu erkennen gab.

Unter den in Salzsäure löslichen Substanzen, ist vor allen Dingen das ganz regellose Verhältniss von Kalk und Magnesia in allen drei Schlammarten auffallend (s. Tab. F.). Es verhält sich die Menge der Magnesia zum Kalk,

im Untergrunde, wie . .	1 : 3,9
im geglühten Obergrunde	1 : 25,5
im frischen Obergrunde .	1 : 6,9
im fr. Schlamm der Wiek	1 : 0,4

1) Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper, von M. H. Klaproth (1810) Bd. 5, S. 210.

2) Salm-Horstmar in Erdmann's Journ. Bd. 54 S. 129.

Diese Unregelmässigkeiten werden zum Theil leicht begreiflich, wenn man berücksichtigt, dass wir es mit einem mechanischen Gemenge zu thun haben, wo einige Kalkstein- oder Dolomitkörner mehr oder weniger in der zur Analyse angewandten Portion, bei der, im Verhältniss zur ganzen Schlammmasse, geringen Menge löslicher Substanzen, bedeutende Verschiedenheiten hervorbringen müssen. Ob das auffallend umgekehrte Verhältniss des Kalkes zur Magnesia im Wiekenschlamme auch aus dem ebengenannten Grunde herzuleiten sei, oder ob es auf einem Fehler der Analyse, oder endlich in den petrographischen Verhältnissen des Wiekenschlammes beruhe, mag dahingestellt sein.

Hinsichtlich der absoluten Mengen von Kalk und Magnesia, welche zur Lösung gelangt sind, ist es gewiss bemerkenswerth, dass im geglühten Obergrunde weit weniger von diesen beiden Körpern von der Salzsäure aufgenommen wurden, als in dem rohen; s. Tab. F.

Ferner ist die sehr bedeutende Menge in kohlensaurem Natron löslicher Kieselerde und in Salzsäure löslicher Thonerde, neben den Alkalien, erwähnenswerth. Dieselbe beruht, wie bereits erwähnt, auf dem Vorhandensein durch Säuren aufschliessbarer Alkali- und Thonerdesilikate, als resultirendes Endprodukt der Verwitterung (Hydratation) krystallinischer Gesteine.

Dass die Kieselerde nicht von den Infusorien herrühre, wird dadurch bewiesen, dass die Menge der Letztern, mit Ausnahme derer im Wiekenschlamme, bei Weitem zu gering war, als dass sie die angegebenen Quantitäten der in der Sodalösung löslichen Kieselerde hätte liefern können, sowie dadurch, dass diese Infusorien nach dem Sieden in jener Lösung, obgleich theilweise mechanisch zertrümmert, dennoch chemisch unver-

letzt, sich wieder vorfanden. Die feinen, scheinbar gekammerten, verschiedenartigen *Navicula*zellen, sowie die in der Mitte mit feinen Löchern versehenen, am Rande gestreiften *Campylodiscus*scheiben, zeigten sich ohne sichtliche Corrosion. Die kleinen Quarzkörnchen dagegen (am Wiekenschlamm beobachtet) waren durch jene Operation sichtbar angegriffen worden. Ihre runden, abgestumpften Kanten und Ecken waren scharf und spitz, ihr Bruch muschliger geworden als vorher. Dies beweist, dass die Quarzkörnchen selbst in geringer Menge amorphe Kieselerde enthalten haben müssen;

Es ist ferner bemerkenswerth, dass, in Bezug auf die Menge der Kieselerde, Thonerde und der Alkalien, im Obergrunde gerade das Umgekehrte von dem stattfindet, was in Bezug auf den Kalk- und Magnesiagehalt desselben gesagt wurde. Es sind jene Körper in dem geglühten Schlamm in weit grösserer Menge gefunden worden, als im frischen;

	Obergrund, geglüht		Obergrund, frisch
Kieselerde . .	1	:	0,68
Thonerde . .	1	:	0,76
Kali	1	:	0,53

Endlich finden wir noch, dass im geglühten Untergrunde, so wie höchst wahrscheinlich auch im geglühten Obergrunde, die Menge des Kaliums die des Natriums bei Weitem überwiegt, während im frisch analysirten Obergrunde und im Schlamm der Wiek gerade das Umgekehrte der Fall ist.

Das Verhältniss des Kaliums zum Natrium:

im geglühten Obergrunde		1	:	0,54
im roh analysirten	Obergrunde .	1	:	2,5
	Wiekenschlamm	1	:	2,4

Alle diese im ersten Augenblick scheinbar so regellos wechselnden Mengen der in die salzsaure Lösung übergegangenen Körper finden nun aber in den Versuchen Völker's ihre befriedigende Erklärung [1]). Nach diesen Versuchen, gibt alkalihaltiger Thon, wenn er bis zur Zerstörung der ihm beigemengten organischen Substanzen geglüht wird, weit mehr lösliche Bestandtheile an Säuren ab, als im frischen Zustande. Dabei wird besonders das Kali in weit höherem Grade löslich gemacht, als das Natron, während die löslichen Mengen des Kalks ausserordentlich variiren, was Völker dadurch erklärt, dass die Alkalisilikate des Thons (Glimmer, Feldspath) mit dem kohlensauren Kalk desselben, beim Glühen, ähnlich wie bei der Aufschliessung von Silikaten durch kohlensauren Baryt, zu Kalksilikaten und Alkalicarbonaten theilweise sich umsetzen, wobei die gebildeten Kalksilikate, je nach der Dauer und Stärke der angewandten Temperatur, in sehr wechselnder Zusammensetzung erhalten werden und daher in Säuren von ungleicher Löslichkeit sind. Was nun Völker vom Kalk nachgewiesen hat, das dürfte, nach dem Obigen, auch von der dem Kalk im chemischen Verhalten so ähnlichen Magnesia gelten.

Diese von Völker beobachteten Thatsachen sind in gutem Einklange mit den Erscheinungen, welche die Schlammanalyse darbot, wie man dies z. B. in der nähern Vergleichung der Resultate beim geglühten und ungeglühten Obergrunde wahrnehmen wird, wobei nur noch zu bemerken ist, dass die so wechselvollen Mengen des Kalks und der Magnesia vielleicht weniger von der ungleichen Mengung der Schlammbestandtheile, als vielmehr von der ungleichmässig aufschliessenden

1) Völker in Erdmann's Journ. Bd. 56, S. 159 ff.

Wirkung jener Körper bei der angewandten Temperatur herrühren. Betrachtet man ferner Bodenanalysen eines und desselben Terrains, so wird man die eben ausgesprochenen Ansichten vielfach bestätigt finden.

Dass endlich die im Schlamm direkt bestimmten Mengen der Kohlensäure, mit der an die Basen berechneten, wenig Gemeinschaft haben könne, ist nach dem Vorhergehenden von selbst klar. Die gefundene Kohlensäuremenge ist im Untergrunde und im Schlamm der Wiek kleiner, im Obergrunde aber grösser, als die berechnete. Offenbar ist ein Theil der an die Kohlensäure berechneten Basen, theils an Kieselsäure, theils an die durch die Sodalösung in so reichlicher Menge ausgezogenen Huminsäuren gebunden gewesen, welche Letztern, durch die vorhergehende Behandlung mit Salzsäure, aus ihren Kalkverbindungen, als welche sie theilweise vorhanden waren, ausgeschieden wurden. Die in dem Schlammwasser reichlich gelöste, demselben eine gelbliche Färbung mittheilende organische Substanz weist, neben der alkalischen Reaction, auf ein Vorhandensein löslicher humussaurer, quellsaurer u. dgl. Salze hin. Die Kohlensäuremenge selbst wird bei der direkten Bestimmung eher zu gross, als zu gering ausgefallen sein, da durch das Sieden mit Salzsäure eine kleine Quantität der organischen Verwesungsreste in Kohlensäure übergeführt worden sein mag, durch welche Operation auch die Menge der eigentlich sogenannten Modersäuren (in Soda löslich) gewiss noch vermehrt wurde.

Ergebnisse für die bei Schlammanalysen anzuwendende Methode.

Es dürfte sich aus dem Vorhergehenden zur Genüge ergeben, dass die noch sehr herrschende Gewohnheit, Analysen von

Schlamm- und Erdarten (Torf u. dgl.) in Form chemischer Verbindungen mitzutheilen, eine durchaus verwerfliche sein möchte, und dass anderntheils auf die Mittheilung der angewandten Methode ein grösseres Gewicht zu legen sei, als es gewöhnlich zu geschehen pflegt. Hinsichtlich des erstern Punktes, werden wir nie im Stande sein die sämmtlichen, so mannigfaltigen Verbindungsweisen der in einem Schlamm- oder Erdgemenge vorhandenen Körper quantitativ angeben zu können [1]) und die deshalb bis jetzt stillschweigend geltende Uebereinkunft, in solchen Fällen, die Säuren und Basen nach den wahrscheinlichsten Ansichten ihrer Zusammenordnung, oder aber nach den Graden chemischer Verwandtschaft miteinander verknüpft mitzutheilen, hat nur Verwirrung, Ungenauigkeit und Täuschung in ihrem Gefolge, da solche Zusammenordnungen jedenfalls nur für einzelne Verbindungen quantitativ wahr sein können.

Hinsichtlich des zweiten Punktes, die angewandte Methode betreffend, wird die Mittheilung derselben besonders wichtig, wenn man darauf ausgeht, die Resultate der von verschiedenen Chemikern ausgeführten Untersuchungen eines Gegenstandes miteinander zu vergleichen, oder aber wenn man es unternimmt, auf die Ergebnisse einer Bodenuntersuchung hin, Schlüsse auf die Nährfähigkeit, auf das relative

---

1) So z. B. war die in Bodenanalysen etc. gewöhnlich in dem in Salzsäure unlöslichen Rückstande in einen Haufen zusammengeworfene gesammte Menge von SiO_3 in den verschiedensten Formen und Verbindungsweisen vorhanden gewesen: 1) als HO, SiO_3, Verwitterungsprodukt von Silikaten; 2) amorphe SiO_3, durch Wasserabgabe aus der vorhergehenden entstanden; 3) SiO_3 als Quarz; 4) SiO_3 an verschiedene Basen gebunden, theils in Wasser oder Säuren lösliche, theils in Säuren unlösliche Silikate bildend; 5) SiO_3 den Infusorienpanzern oder dem Pflanzenparenchym (Epidermis) angehörig. Aehnliches gilt, mehr oder weniger, von jedem andern der in einem solchen Gemenge befindlichen Körper.

Verhältniss der agronomisch wirksamen Bestandtheile, auf die Zusammensetzung, oder gar auf die Entstehung und Bildung jenes Bodens zu bauen. Abgesehen von der Unwahrscheinlichkeit, in der Probe einer Schlamm- oder Erdart eine die genaue Zusammensetzung des ganzen von derselben eingenommenen Terrains repräsentirende Mengung vor sich zu haben, werden die aus der Analyse jener Probe gezogenen Schlüsse vollends unrichtig ausfallen, wenn eine Methode angewendet wird, durch welche einzelne Bestandtheile nicht der Wahrheit gemäss gefunden werden können, oder durch welche selbst die Zusammensetzung des Schlammes oder der Erdart in einer Weise verändert wird, wie sie sich im natürlichen Zustande keineswegs vorfindet.

Hiernach wären, bei der Ausführung von Boden- und Schlammanalysen, folgende Punkte sehr zu berücksichtigen:

1) Da, wie wir gesehen haben, Schwefelkies neben Eisenoxyd und organischen Substanzen sehr wohl zu bestehen im Stande ist, so müsste stets auf das mögliche Vorhandensein jener Verbindung Rücksicht genommen werden. Im Torfe wenigstens, wo, nach den vorhandenen Analysen, meist eine so reichliche Menge von schwefelsauren Salzen, neben vielem Eisenoxyd und organischer Substanz gefunden wurde, mithin alle Bedingungen zur Bildung des Schwefelkieses in reichlichem Maasse vorhanden sind, dürfte es fast gewiss sein, dass dieser Körper sich stets vorfinde.

2) Wo Schwefelkies vorhanden ist, kann mithin die Schwefelsäure der Salze nicht im salpetersauren Auszuge bestimmt werden, wie dies häufig geschehen ist, und es wird ein bedeutender gefundener Schwefelsäuregehalt oft hierin seinen Grund haben.

3) Um die chemische Natur eines Ackerbodens oder eines Schlammes kennen zu lernen, ist es nothwendig denselben im frischen oder getrockneten, keineswegs aber im geglühten Zustande zur Analyse zu verwenden, wie dies gewöhnlich zu geschehen pflegt, wenn eine grosse Menge den Gang der Analyse störender organischer Substanzen zugegen ist. Es sind Mittel vorhanden und werden noch mehr Mittel gefunden werden, um alle aus der Gegenwart organischer Substanzen entspringenden Uebelstände zu beseitigen. War aber der Schlamm, der Torf, das Erdgemenge vorher geglüht, so wird, bei Gegenwart von Schwefelkies und alkalihaltigem Thon, oder auch nur eines dieser beiden Körper, durch Oxydation und Aufschliessung stets ein unrichtiges Resultat erhalten werden, und dies um so mehr, je alkalihaltiger der Thon war und je länger das Glühen dauerte. Es wird dann stets, bei der nachfolgenden Behandlung mit Säuren, die Menge der Schwefelsäure, der löslichen Kieselerde, des Eisenoxyds, der Thonerde und der Alkalien zu gross, die Menge des Kalks und der Magnesia aber in sehr veränderlicher Weise und viel geringer gefunden werden, als dieselben ihrer Natur nach in jenen Erdarten vorhanden sind.

V. Betrachtung der von Andern ausgeführten Analysen unseres Schlammes.

Wenden wir uns nun zu den bereits über den Schlamm von Andern veröffentlichten Analysen, behufs einer Vergleichung, so zeigt sich eine solche, mit den von Grindel und Trapp angestellten, völlig unthunlich.

A. Grindel's Analyse.

Grindel [1]), der seine Untersuchung des Badeschlammes von Rootsiküll zu einer Zeit unternommen hatte (1824), wo man bereits im Besitz der Kenntniss sehr sicherer und hinreichend genauer analytischer Operationen war, beschreibt seine angewandte Methode sehr ausführlich, wünscht jedoch am Schlusse selbst eine künftige genauere Untersuchung, „da die seinige nur in Beziehung auf die medicinische Anwendung des Schlammes unternommen wurde“.

Durch das Erhitzen von 4 Pfd. Schlamm, für sich, in einer Retorte, und Einleiten der unter heissem Wasser aufgefangenen Gase in eine essigsaure Bleilösung und darauf in eine Auflösung von „Ammonium und kohlensaurem Kalk“, wurden die Mengen von Schwefelwasserstoff und Kohlensäure bestimmt, deren Menge er auf 14 Cubikzoll Hydrothiongas und 5 Cubikzoll Kohlensäure schätzt.

4 Pfd. des feuchten Schlammes wurden darauf mit destillirtem Wasser erschöpft und die, durch das Verdampfen dieses wässrigen Auszuges, erhaltenen 33 Gran trockenen festen Rückstands mit Alkohol digerirt, an welchen sie 7 Gran abgaben.

Diese alkoholische Lösung, zur Trockne verdunstet, wieder in Wasser gelöst, gab, mit Schwefelsäure erwärmt, salzsaure Dämpfe aus und, nach dem Erkalten, einen Niederschlag von Gyps, nach dessen Abscheidung die Talkerde durch kohlensaures Kali gefällt wurde.

Die in Alkohol unlöslichen 25 Gran wurden in Wasser gelöst, filtrirt und durch salpetersaures Silber gefällt, wodurch Grindel 41 Gran Chlorsilber erhielt; der in Wasser unlös-

---

1) Grindel in Hufeland's Journal, 1828, Bd. V, S. 30.

liche Theil dieses Alkoholrückstands bestand aus 4 Gran kohlensaurem Kalk und 3 Gran Gyps.

Der mit Wasser erschöpfte Schlamm wurde nun mit Salzsäure ausgezogen, die Flüssigkeit, nach der Sättigung mit Kali, durch bernsteinsaures Natron gefällt und 42 Gran geglühtes Eisenoxyd erhalten. Vergleichende Versuche mit „eisenhaltigem blausauren Kali" gaben ähnliche Resultate.

Hiernach sind die Bestandtheile des Schlammes in 4 Pfunden, nach Grindel's Angabe:

Schwefelwasserstoffgas .	14	Cubikzoll.
Kohlensäure	5	—
Atmosphärische Luft . .	0,7	—
Kohlensaurer Kalk . .	4	Gran.
Magnesia	1,3	—
Schwefelsaurer Kalk . .	3	—
Salzsaurer Kalk . . .	8	—
Salzsaures Natron . .	15	—
Eisenoxyd . . .	38—40	—

Der übrige Rückstand des Schlammes bestand aus Resten von Seepflanzen und Kieselerde.

Die Gesammtmenge der vom Wasser extrahirten Substanzen des rohen Schlammes betrug somit 0,143 pC. des Letztern (das Pfund zu 12 Unzen gerechnet); die Menge des gelösten Eisenoxyds 0,182 pC.; offenbar verhinderten die in die salzsaure Lösung übergegangenen organischen Substanzen die Fällung des Eisens zum grössten Theile.

Ich habe diese den Anforderungen der Wissenschaft schon lange nicht mehr genügende Analyse hauptsächlich um deswillen mit allen analytischen Angaben Grindel's mitgetheilt, weil die Resultate derselben, bis auf unsere Tage, in fast sämmtliche grössere balneologischen Werke

(Osann, Sachse, Simon etc.) übergegangen sind, in denen der Rootsiküll'sche „Schwefelmineralschlamm" unter seinen Namensvettern eine Rolle spielt. Ueberhaupt bedürften die in jenen Werken aufgeführten Schlammanalysen, da sie meist schon sehr veraltet sind, einer gründlichen Revision und theilweisen Ausscheidung.

B. *Trapp's* Analyse und *Eichwald's* Ansichten und Verfahrungsweise.

Die über den Seeschlamm von Hapsal von Hrn. Dr. Eichwald, in seiner bereits citirten Abhandlung, mitgetheilte Analyse des Hrn. Trapp [1]) ist in ihren fertigen Resultaten, ohne weitere Angabe der analytischen Data, aufgeführt. Zufolge derselben, sind in 100 Theilen bei 100° trockenen Seeschlammes enthalten:

Kieselsaures Kali . . .	1,1
Kieselsaure Thonerde . .	70,9
Kieselsaure Magnesia . .	4,8
Kieselsaurer Kalk . . .	3,8
Schwefelsaures Natron .	1,1
Schwefelsaure Magnesia .	1,6
Phosphorsaures Eisenoxyd	0,8
Kohlensaures Eisenoxydul	4,5
Schwefelsaurer Kalk . .	1,7
Chlornatrium	2,0
Organische Stoffe . . .	7,5
Verlust	0,2
	100,0

1) Trapp, in Eichwald's drittem Nachtrag zur Infusorien-Kunde Russlands, S. 421.

Dieses wunderbare Durcheinander kieselsaurer und schwefelsaurer Verbindungen, neben phosphorsaurem Eisenoxyd, kohlensaurem Eisenoxydul, Kochsalz und organischen Stoffen, ohne irgend eine Spur freier Kieselsäure, kohlensaurer Erden und Schwefeleisens, würde, wenn es sich so verhielte, den Hapsaler Schlamm zu einer geologisch ungemein merkwürdigen Bildung erheben, deren genaueres Studium von Wichtigkeit in seinen Erfolgen sein müsste. Nehmen wir aus dieser Zusammenstellung diejenigen Verbindungen, von welchen mit einiger Wahrscheinlichkeit vorauszusetzen ist, dass sie sicher bestimmt wurden und der Vergleichung fähig sind, behufs einer solchen heraus, so finden wir in dem bei 100° trockenen Hapsaler Schlamm 2,68 pC. an Basen gebundener Schwefelsäure, 1,21 pC. Chlor, 7,5 pC. organischer Substanzen und gegen 7,4 pC. in Wasser löslicher Verbindungen. Die Schwefelsäuremenge übertrifft solche im trockenen Schlamme von Rootsiküll um das Zwölffache, im Schlamme von Arensburg um das mehr als Dreifache; hieraus wäre zu schliessen, dass dieselbe nach dem Glühen des Schlammes und vielleicht im salpetersauren Auszuge bestimmt wurde. Nach der Menge der organischen Substanzen zu urtheilen, würde der Hapsaler Schlamm dem von Rootsiküll in seiner Zusammensetzung nahe kommen und die bei Weitem grössere Chlormenge nur die grössere beigemischte Wassermenge anzeigen.

Es möge uns endlich gestattet sein Einiges aus der Abhandlung des Hrn. Dr. Eichwald, die in ihrem chemischen Theile von Unrichtigkeiten und Ungenauigkeiten aller Art erfüllt ist, theils zur Abwehr gewisser leichtfertiger, von deren Verfasser erhobener Beschuldigungen, theils weil der Gegenstand selbst in direkter Beziehung zu den hydrognostischen Verhältnissen

des Ostseewassers und dadurch zum Schlamme steht, hier näher zu betrachten:

In dem Seewasser von Hapsal fand Eichwald weder Jod noch Brom. Ein solches Resultat, zu dem er gelangte, ist nun, nach den von ihm ausführlich mitgetheilten (a. a. O., S. 418 u. 419), in ganz unpassender Weise angestellten Versuchen, sehr wohl erklärlich. Beide in keinem Seewasser fehlenden Körper gehen auch unserer Ostsee nicht ab, und zwar ist das Brom darin in weit grösserer Menge vorhanden, als das nur in Spuren nachweisbare Jod (vergl. die Analyse des Revaler Seewassers, in der kleinen Schrift meines Vaters: „Das Seebad zu Pernau" etc., S. 47, und die Analyse des Seewassers bei Chudleigh, von Prof. Schmidt, in Schrenk's Abhandlung, S. 107).

In Bezug auf die von meinem Vater ausgeführte Analyse des Seewassers von Hapsal, sagt Eichwald, S. 418, a. a. O.:

„Da Göbel diese Untersuchung mit dem Wasser anstellte, das ihm von Hapsal aus zugeschickt ward, so konnte leicht durch Verwesung der organischen Stoffe in ihm eine neue Verbindung entstanden sein und dadurch die chemische Analyse getrübt werden."

Diese Befürchtung ist eine ganz ungegründete. Klares Seewasser, in wohl verschlossenen Flaschen verwahrt, zersetzt sich im Laufe weniger Wochen höchstens durch Reduction einer mittelst der Wage nicht nachweisbaren Spur der schwefelsauren Salze, durch die Fäulniss mikroskopischer Organismen. Wäre Hrn. Eichwald's Befürchtung gegründet, so hätte eine solche „Entstehung neuer Verbindungen" auch in jenem Wasser stattfinden müssen, welches er selbst zur Untersuchung mit nach St. Petersburg nahm, wennschon dasselbe, nach S. 420 seines Berichts, „stark", nach S. 422, „bis auf den vierten

Theil“ (des Volumens oder Gewichts ?) eingedampft war, durch welche Operation die desoxydirende Wirkung darin enthaltener organischer Substanzen keineswegs beeinträchtigt wird. Uebrigens ist in der von ihm mitgetheilten Analyse des Seewassers von Hapsal weder qualitativ noch quantitativ ein Gehalt an organischer Substanz angegeben.

Dass mein Vater endlich die Untersuchung des Seewassers von Hapsal mit Proben desselben vornahm, die ihm von Hapsal aus durch eine Person von moralischer Zuverlässigkeit zugeschickt wurden, kann nichts Befremdendes haben. Aus begreiflichen Gründen, können die wenigsten Seewasseranalysen an Ort und Stelle selbst vorgenommen werden; fast alle sind mit übersandtem oder selbst mitgebrachtem Wasser, welches also eine kürzere oder längere Zeit hindurch in verschlossenen Gefässen gestanden hatte, gemacht worden. So analysirte Marchand das Wasser des Todten Meeres, welches zwei Jahre vorher von v. Kunowski mitgebracht worden war, Regnault das ihm von Laurens überschickte Wasser des Mittelländischen Meeres, Jackson das von Wilkes an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Tiefen des Atlantischen Oceans geschöpfte Wasser; der Freiherr von Bibra schöpfte, auf seiner Reise um die Erde, Wasser von verschiedenen Stellen beider Oceane, um dasselbe, nach seiner Rückkehr in Erlangen, der Untersuchung zu unterwerfen u. s. w.

Eichwald sagt ferner (a. a. O., S. 420): „Da ferner Göbel's Analyse des Seewassers von Hapsal nach einer ältern Methode gemacht ist und er den Seeschlamm gar nicht beachtet hat, so nahm ich das stark abgedampfte Seewasser und den Schlamm mit mir nach St. Petersburg, um Beides einer neuen Analyse zu unterwerfen.“

Meines Vaters Analysen des Seewassers von Hapsal und

Reval waren im J. 1842, die des Wassers von Pernau im J. 1845 gemacht worden; er hat die Methode der Analyse, sowie die analytischen Data, ausführlich in seiner obenerwähnten Schrift angegeben. Gerade deswegen werden diese Analysen immer ihren Werth behalten, weil sie, falls sich die heutigen Ansichten über die Verbindungsweise der Körper im Seewasser, oder auch die Aequivalentgewichte selbst ändern sollten, stets von Neuem controlirt werden können.

Was nun „die ältere Methode" anbetrifft, nach der mein Vater gearbeitet haben soll, so ist mir unbegreiflich, was Hr. Eichwald eigentlich sich darunter gedacht habe. Mein Vater gibt ausdrücklich an (a. a. O., S. 46): „dass er das Chlor als Chlorsilber, die Schwefelsäure als schwefelsauren Baryt, die Magnesia als phosphorsaures Talkammoniak und den Kalk als oxalsauren Kalk abgeschieden und als kohlensauren Kalk bestimmt habe". Er beschreibt ferner ausführlich die Bestimmung der Gesammtmenge der Chloralkalien und daraus die des Kaliums durch Platinchlorid, nach einer Methode, die noch bis heutzutage für eine der genauesten angesehen wird. Wir kennen nun aber auch bis auf diesen Augenblick keine schärfern und genauern Methoden, um Chlor, Schwefelsäure, Magnesia und Kalk durch Fällung zu bestimmen, als die ebenangegebenen.

Was dagegen die Methode anbetrifft, nach welcher das von Eichwald stark abgedampfte Seewasser analysirt wurde, so ist solche, wie bereits erwähnt, nicht angegeben. Nach den S. 422 angeführten Resultaten der Analyse zu urtheilen, dürfte dieselbe, ebenso wie beim Schlamm, nach gar keiner Methode geschehen sein.

Hinsichtlich des Vorwurfs, „dass mein Vater den Seeschlamm gar nicht beachtet habe", muss ich bemerken, dass

es überhaupt gar nicht in seiner Absicht gelegen hatte, Schlammanalysen anzustellen. Sein Zweck ging lediglich dahin, die durch die chemische Analyse gefundene Zusammensetzung des Wassers unserer Ostseebäder untereinander sowol, als mit dem Wasser anderer Seebäder und Meere zu vergleichen. Er war nie selbst in Hapsal gewesen und wusste damals vielleicht Nichts von der Existenz des dortigen Schlammes, welcher überhaupt erst seit einigen Jahren die Aufmerksamkeit der Aerzte, wie des Publikums, mehr auf sich gezogen hat.

Sehen wir nun inwieweit einige der Meinungen, Schlüsse und Behauptungen Eichwald's in seinen eigenen Angaben ihre Bestätigung finden.

Herr Dr. Eichwald sagt (a. a. O., S. 420): „Dagegen scheint mir das Wasser von Hapsal viel reicher an Chlornatrium zu sein, als dies aus der Untersuchung von Göbel hervorgeht".

Betrachten wir die von Hrn. Trapp ausgeführte Analyse, in welcher wir, unter Andern, schwefelsaures Natron und schwefelsaures Kali neben Chlorcalcium vorfinden, so ist Eichwald's Meinung in der That gerechtfertigt; denn es enthalten, nach der Analyse des Seewassers von Hapsal, 100 Theile der trockenen Salze desselben nicht weniger denn 90,2 Th. Chlornatrium, die, wenn man das als Glaubersalz angegebene Chlornatrium, wie nothwendig geschehen muss, hinzurechnet, 91,27 Thle betragen, — ein Verhältniss, wie wir es bisjetzt noch in keinem der bekannten Meere der Erde vorfinden. In der von Mulder [1]) zusammengestellten Tabelle durch verschiedene

1) Mulder, Scheikundige Onderzoekingen, VI. Deel, 1de Stuck und daraus im Auszuge in Erdmann's Journ. Bd. 55, S. 502.

Chemiker ausgeführter Analysen des Wassers vom Atlantischen Ocean und der Nordsee, ersehen wir, dass die Menge des Kochsalzes, in 100 Theilen trockenen Salzrückstands, nicht unter 75 Theile sinkt und 82 nicht übersteigt. Genau dieselben Grenzen zeigten sich mir bei der Durchsicht einer Anzahl hier und da zerstreut niedergelegter Analysen [1]) vom Wasser des Kaspischen, Schwarzen, Asow'schen, Mittelländischen (Adriatischen und Tyrrhenischen) Meeres, so wie des Indischen Oceans in den verschiedensten Graden der Länge und Breite. Was unsere Ostsee an der Ehstländischen Küste anbetrifft, so enthalten die wasserfreien Salze des Hapsaler Seewassers 81,35 pC. Chlornatrium, die des Revaler 80,37 pC., nach den Analysen meines Vaters, die des Wassers von Chudleigh, nach Prof. Schmidt, 78,10 pC., die des Wassers von Port Kunda und von Reval 78 bis 79 pC. Chlornatrium, nach neuerdings von Prof. Schmidt ausgeführten Untersuchungen.

Eichwald sagt endlich: „Der Salzgehalt (des Seewassers von Hapsal) ist auch gewiss grösser als bei Reval, das noch weiter von der Nordsee abliegt, von der die Ostsee ihren Salzgehalt bezieht, daher ist auch bei Dobberan und bei Kiel der Gehalt der Salze des Seewassers überhaupt drei Mal so bedeutend, als in Hapsal und Reval.“

Diese Notizen, welche Hr. Dr. Eichwald als ihm eigene Ideen und Folgerungen hier aufstellt, sind sämmtlich, ohne weitere Angabe der Quelle, aus meines Vaters kleiner Schrift „das Seebad bei Pernau“ entnommen. Daselbst sind alle jene Behauptungen (die Abnahme des Salzgehalts der Ostsee, im Verhältniss der Zunahme der Entfernung von der Nordsee

1) Ausgeführt von Rose, Hasshagen, meinem Vater, Wollaston, Laurens, Vogel, Jackson, Usiglio und v. Bibra.

u. s. w.) durch die vergleichende Zusammenstellung von Analysen des Wassers verschiedener Stellen der Ostsee experimentell erwiesen [1]). Woher kannte auch Eichwald den Salzgehalt des Wassers von Reval? Es existirte darüber nur die in jener Schrift niedergelegte Analyse meines Vaters. Aus der auf S. 11 dieser Schrift angegebenen Zusammenstellung des Salzgehalts im Wasser verschiedener von der Nordsee in wachsender Entfernung liegender Orte der Ostsee, geht auch in der That hervor, dass bei Dobberan und Kiel das Wasser fast dreimal so viel Salze enthält, als bei Reval und Hapsal.

Zufolge der Untersuchung des Hrn. Trapp, beträgt der Salzgehalt des Hapsaler Seewassers 1,825 pC. Dies ist nun aber keineswegs ein Drittel von dem des Seewassers bei Kiel und Dobberan, sondern übertrifft solchen noch bedeutend, indem das Wasser von Düsterbrok bei Kiel, nach Pfaff, 1,71 pC. und das bei Dobberan, nach Link, 1,68 pC. Salze enthält. Auch beträgt jene von Eichwald und Trapp mitgetheilte Salzmenge drei- bis viermal so viel, als von meinem Vater und dem Prof. Schmidt im Ostseewasser gefunden wurde (nämlich 0,4 bis 0,6 pC.).

Es möge an dem bisher Erörterten genügen.

C. Analysen des Prof. *Schmidt*.

Betrachten wir endlich die beiden von Prof. Schmidt ausgeführten, in Dr. Schrenk's Abhandlung [2]) mitgetheilten Analysen. Nach denselben, besteht der frische Schlamm in 100 Theilen:

---

1) Siehe „Seebad von Pernau" S. 8, 11 und die angehängte Tabelle.
2) Schrenk a. a. O., S. 104.

	Schlamm der Kl. Wiek auf Oesel.	Schlamm von Hapsal.
Einfach-Schwefeleisen	2,575	1,961
Kohlensaurer Kalk	1,464	1,445
Schwefelsaurer Kalk	0,171	0,054
Schwefelcalcium	0,024	0,045
Schwefelammonium	0,018	—
Schwefelsaure Magnesia	—	0,036
Chlormagnesium	0,240	—
Chlorkalium	0,391	0,048
Chlornatrium	0,147	0,163
Phosphorsaurer Kalk / Phosphorsaure Magnesia	0,002	0,002
Jod- und Bromnatrium	Spuren	Spuren
Silikate: Kieselsäure	47,892	62,725 (Silikate zusammen)
Silikate: Thonerde	3,897	
Silikate: Eisenoxyd	1,045	
Silikate: Kalk, Magnesia / Kali, Natron	0,300	
Organische Substanzen	2,216	1,819
Wasser mit Schwefelwasserstoff gesättigt	39,620	31,709
	100,000	100,000

Hieraus ergibt sich der berechnete Procentgehalt der einzelnen Bestandtheile, in der bei 100° trockenen Masse:

	Schlamm der Kl. Wiek auf Oesel.	Schlamm von Hapsal.
Organische und flüchtige Substanzen	4,09 (worin 0,012 NH_3)	2,925
Feuerbeständiger Rückstand	95,91	97,075
Chlor	0,752	0,178
Schwefelsäure	0,166	0,081
Phosphorsäure	0,002	0,001
Eisenoxyd	3,877	2,611
Kalk	1,504	1,274
Magnesia	0,167	0,017
Kalium	0,339	0,037
Natrium	0,096	0,094
In Salzsäure lösliche feuerbeständige Salze, ohne die löslichen Silikate und das FeS als Fe_2O_3 berechnet,	7,910	5,235
Unlöslicher Rückstand	88,000	91,840
Gesammtschwefelgehalt	1,649	1,098

Unlöslicher Rückstand des Schlammes der Kleinen Wiek, in 100 Theilen.

Kieselerde	90,13
Thonerde	7,33
Eisenoxyd	1,97
Kalk, Magnesia / Kali, Natron	0,57
	100,00

Man ersieht aus dieser procentischen Zusammensetzung der einzelnen Stoffe sogleich, dass beide Schlammsorten eine dem Rootsiküll'schen Schlamm vollkommen ähnliche Zusammensetzung zeigen, was noch mehr hervortritt, wenn man die aus der Verschiedenheit der angewandten Methode, so wie die von dem verschiedenen Wassergehalt herrührenden Differenzen berücksichtigt.

Die Menge der in Sodalösung löslichen Kieselerde, nebst den an dieselbe gebundenen Basen (KO, NaO, Al_2O_3), ist in dem unlöslichen Rückstand einbegriffen.

Hinsichtlich der relativen Mengen von Kalium und Natrium, Kalk und Magnesia, zeigen sich ganz ähnliche Schwankungen, wie bei dem Schlamm von Arensburg und Rootsiküll, was dazu beitragen dürfte, den S. 175—178 entwickelten Ansichten eine sicherere Stütze zu verleihen.

Verhältniss der Magnesia zum Kalk:

Kleine Wiek	1 : 9,0
Hapsal	1 : 74,9

Verhältniss des Natriums zum Kalium:

Kleine Wiek	1 : 3,5
Hapsal	1 : 0,4

Aus der blossen Ansicht dieser Verhältnisse, so wie der tabellarischen Uebersicht des Procentgehalts der einzelnen

Stoffe, muss man schon die Ueberzeugung gewinnen, dass das Chlor und die Alkalien beider Schlammarten im wässrigen Auszuge des frischen Schlammes, die übrigen Körper aber in dem mit Säure behandelten des rohen Hapsaler und des geglühten Schlammes der Kleinen Wiek bestimmt wurden. Damit stimmt auch der auf gleiche Quantitäten organischer Substanz bezogene Schwefelsäuregehalt der Basen überein.

Schwefelsäure auf 100 Theile organischer Substanzen,

von Hapsal	von der Kl. Wiek
2,78	4,07

Die für den Gesammtschwefelgehalt berechneten, bedeutenden Werthe rühren davon her, dass der sämmtliche in die Lösung übergegangene Eisengehalt von Prof. Schmidt, nach der damals wahrscheinlichsten Voraussetzung, als Einfach-Schwefeleisen berechnet wurde. Berücksichtigen wir aber, dass ein grosser Theil freien, dem Thon angehörigen Eisenoxyds darunter war, so werden jene Zahlen für den Gesammtschwefelgehalt weit niedriger ausfallen und dem für den Schlamm von Rootsiküll gefundenen sich nähern (s. oben S. 192.)

D. Analyse von *Iwanow*.

Der Bergingenieur-Lieutenant Iwanow [1]) untersuchte, im J. 1840, den Schlamm aus der Umgebung von Arensburg, welchen er als ein Gemenge von Sand, Thon und Kalk beschreibt, mit einer solchen Quantität Wassers gemengt, dass er das Ansehen einer teigartigen Masse gewinnt. Auch er hebt den Gehalt an halbverwesten organischen Substanzen besonders hervor,

---

1) Горный журналъ, 1840, Vol. II. fasc. 6 p. 399. Разложеніе Аренсбургской озерной грязи съ острова Эзеля, Поручика Иванова. Der Druck des vorhergehenden Bogens war bereits beendigt, als ich durch die gütige Nachweisung des Dr. Schrenk zur Kenntniss des Aufsatzes von Iwanow gelangte.

welchem er die dunkle Färbung des Schlammes zuschreibt, ferner den sich entwickelnden Schwefelwasserstoff und den bedeutenden Gehalt an Eisenoxyd, das stellweis in Form einer Schicht den Schlamm bedeckt und mechanisch abgetrennt werden kann. Das über dem Schlamm stehende Wasser, eine trübe, gelbliche Flüssigkeit, wurde, da das Material zur Analyse in hinreichender Quantität zur Verfügung stand, durch Filtriren getrennt und für sich untersucht. Ebenso wurden die feinen, leichtesten Schlammtheile, durch Spülen und Schlämmen, von dem glimmerhaltigen, ziemlich reinen Sande, dessen Menge Iwanow, nach einer annähernden Bestimmung, auf ungefähr 45 pC. des trockenen Schlammes schätzt, getrennt und für sich untersucht; der Sand selbst blieb unberücksichtigt.

Nach einer genauen Beschreibung des Ganges der Analysen, gibt er deren Resultate in folgender Uebersicht:

100 Theile des vom Schlamm getrennten Wassers enthalten:

Chlornatrium . .	0,112	= 0,643
Chlorkalium . .	0,022	
Chlormagnesium .	0,296	
Chlorcalcium . .	0,064	
Chlorammonium .	0,066	
Schwefelsauren Kalk	0,083	
Wasser . . .	99,354	
	100,000	

Procentische Zusammensetzung der vom Sande getrennten, leichten Schlammtheile.

In Salpetersäure löslich	Eisenoxyd . .	4,285	
	Thonerde . . .	1,570	
	Kalk	7,885	
	Magnesia . . .	4,714	
	Kali	0,171	
	Natron	0,600	
	Schwefel . . .	0,885	
	Phosphorsäure	1,314	
In Salpetersäure unlöslich	Kieselerde . .	46,571	
	Eisenoxyd . .	1,885	
	Thonerde . .	4,914	
	Kalk	0,800	
	Magnesia . .	1,714	
	Kali	0,171	
	Natron . . .	1,741	
	Organ. Subst.	14,000	
	Kohlensäure .	7,485	
		99,705	

Hieraus berechnet sich die

Proc. Zusammensetzung der Salze des Schlammwassers.

Chlornatrium . . .	17,42
Chlorkalium . . .	3,42
Chlormagnesium . .	46,03
Chlorcalcium . . .	9,95
Chlorammonium . .	10,27
Schwefelsaurer Kalk	12,91
	100,00

Proc. Zusammensetzung des in Salpetersäure unlöslichen (geglühten) Rückstands.

Kieselerde	80,58
Thonerde	8,50
Eisenoxyd	3,26
Kalk	1,38
Magnesia	2,97
Kali	0,30
Natron	3,01
	100,00

Die durch das Abschlämmen vom Sande getrennten Schlammtheile wurden mit Salpetersäure behandelt und die in Lösung übergegangenen Körper quantitativ bestimmt. Die in die Lösung übergegangene, als Schwefel berechnete Schwefelsäure, sieht Iwanow als durch Oxydation des Schwefels im Schlamme, auf Kosten der Salpetersäure, herrührend an; sicherlich jedoch stammt sie auch theilweise vom Gypse her. Die Menge der organischen Substanzen ergab sich aus der Gewichtsdifferenz beim Glühen der trockenen, vom Sande getrennten Masse in schwacher Hitze; in derselben Weise wurde die Kohlensäure bestimmt, indem, nach Zerstörung der organischen Substanzen, das Pulver in der Muffel geglüht wurde. Die in verhältnissmässig bedeutender Menge vorhandene Phosphorsäure wurde, nach dem Schmelzen des durch Ammoniak in der salpetersauren Lösung erhaltenen, ausgewaschenen und getrockneten Niederschlags mit kohlensaurem Natron, und dem Ausziehen der geschmolzenen Masse mit Wasser, in der erhaltenen wässrigen Lösung, nach der bekannten Methode von Berthier, bestimmt. Da indessen der erhaltene Niederschlag von Eisenoxyd und phosphorsaurem Eisenoxyd nicht geglüht, sondern nach dem Trocknen gewogen wurde, so dürfte die Phosphorsäuremenge viel zu gross ausgefallen sein.

Der in Salpetersäure unlösliche Rückstand der vom Sande getrennten Schlammtheile wurde (wahrscheinlich nach dem Glühen) mit Bleioxyd im Platintiegel aufgeschlossen, die Kieselerde in der gewöhnlichen Weise in die unlösliche Modification verwandelt und das Blei in der salpetersauren Lösung mittelst Schwefelwasserstoff abgeschieden, nach welcher Operation die Bestimmung der übrigen Körper in der Lösung vor sich ging.

Es ist einleuchtend, dass ein Vergleich hinsichtlich der Mengen der einzelnen Bestandtheile dieser alles Vertrauen verdienenden Analysen Iwanow's, mit den im Vorhergehenden aufgeführten Analysen, wegen der ganz verschiedenen Grundlagen, auf denen sie beruhen, auf Schwierigkeiten stösst. Berücksichtigt man indessen den Umstand, dass Iwanow nicht den ganzen Schlamm als solchen, sondern nur die abschlämmbaren, ihrer löslichen Salze beraubten Theile desselben untersuchte, so stellt sich bei näherer Betrachtung heraus, dass die von ihm untersuchte Materie eine den von Prof. Schmidt und mir untersuchten Schlammsorten durchaus ähnliche Zusammensetzung zeigt. Dass auch hier in die salpetersaure Lösung, zum grossen Theil, die Basen verwitterter Silikate übergegangen waren, erhellt aus dem Umstand, dass die gefundene Menge der Säuren (der Phosphorsäure, der Kohlensäure und des als Schwefelsäure gedachten Schwefels) bei Weitem nicht hinreicht, um dem Sauerstoffquantum der in die Lösung übergegangenen Basen zu entsprechen.

VI. Beziehungen des Schlammwassers zum Seewasser.

Sehen wir nun zu, in welchem Zusammenhange das den Schlamm durchdringende und bedeckende Wasser mit

dem Seewasser steht. Wenn S. 171 gezeigt wurde, dass der Schwefelsäuregehalt des Schlammes hauptsächlich von den organischen Resten bedingt und als schwerlöslicher Gyps vorhanden sei, so darf man dagegen annehmen, dass das Chlor, als die bei Weitem grösste Menge der Alkalimetalle des Seewassers bindend, wesentlich diesem angehöre. Stellen wir daher den Chlor- und Schwefelsäuregehalt des Schlammwassers (d. h. den Gehalt des rohen Schlammes an diesen beiden Körpern, auf die respectiven Wassermengen bezogen,) dem des Seewassers nahe liegender Orte gegenüber, so finden wir in 100 Theilen des Schlammwassers von

	Rootsiküll,		Arensburg,		Hapsal,	Arensb.,
	Untergr.	Obergr.	Gr. Wiek	Kl. Wiek		nach Iwanow.
				nach Schmidt.		
Chlor	—	0,282	0,201	1,146	0,384	0,384
Schwefelsäure	0,098	0,078	0,069	0,254	0,175	0,049

In 100 Theilen Seewassers sind enthalten [1]:

	a) Hapsal	b) Reval	c) Chudleigh, 80′ v. d. Küste.
Chlor	0,3388	0,3409	0,2435
Schwefelsäure . .	0,0414	0,0429	0,0290

Es ist nicht ausser Acht zu lassen, dass Iwanow das Schlammwasser für sich untersuchte, während in den übrigen angeführten Analysen die Schwefelsäure im wässrigen oder sauren Auszuge des Schlammes bestimmt wurde, durch welche Operation der vorhandene Gyps in die Lösung überging. Hierin mag hauptsächlich der Grund liegen, weshalb die von Iwanow angegebene Schwefelsäuremenge der des Seewassers von Hapsal und Reval ziemlich nahe kommt, während in den übrigen Angaben in dieser Beziehung ein bedeutender Ueberschuss stattfindet.

1) *a)* und *b)* nach meinem Vater, *c)* nach Prof. Schmidt.

Ferner ist ersichtlich, dass der Chlorgehalt des Schlammwassers von Rootsiküll und der Grossen Wiek dem des Seewassers nicht gleichkommt, was dem verdünnenden Einfluss des süssen Wassers der zahlreichen Uferquellen (siehe weiter unten) von Rootsiküll, sowie der sich in die Grosse Wiek ergiessenden Bäche [1]) zugeschrieben werden mag, obgleich er den Chlorgehalt der gewöhnlichen Brunnen-, Fluss- und Quellwasser noch bei Weitem übertrifft. Der Chlorgehalt des Schlammwassers von Hapsal, sowie des von Iwanow untersuchten, kommt dem des Seewassers beinahe gleich, während jener der Kleinen Wiek den Letztern bei Weitem übertrifft.

Dies letztere Factum spricht für die, durch Verdunstung erfolgte, starke Concentration des Wiekenwassers. Die Kleine Wiek bildet, ebenso wie die Grosse, etwas niedrigerliegende, ein vom Meere abgeschiedenes Becken. Jene pflegt während des Sommers zum Theil auszutrocknen, während diese mehrere Bäche aufnimmt und mit der See durch das Flüsschen Nasswa communicirt [2]). Auf diese Concentration weisen auch die relativen Mengen der durch Wasser ausziehbaren, feuerbeständigen Salze der Schlammsorten hin. Dieselben betragen, für hundert Theile trockenen Schlammes, zum Wenigsten:

Rootsiküll, Untergrund	Rootsiküll, Obergrund	Arensburg, Grosse Wiek	Arensburg, Kleine Wiek	Hapsal
0,36	1,6—1,7	5,56	1,61	0,50

Oder, auf gleiche Quantitäten (100 Theile) dem frischen Schlamme angehörigen Wassers bezogen:

---

1) Vergl. Rathlef: „Skizze der hydrograph. und orograph. Verhältn. von Liv-, Esth- und Curland". Reval. 1852, S. 119.

2) Vgl. auch Schrenk, a. a. O., S. 102; ferner Rathlef, a. a. O., S. 119.

Rootsiküll, Untergrund	Rootsiküll, Obergrund	Arensb., Gr. Wiek	Arensb., nach *Iwanow*.	Arensb., Kl. Wiek	Hapsal, nach *Schmidt*.
0,50	0,59—0,61	0,46	0,58	2,45	1,09

Im Frühjahre mit dem Meere in Verbindung stehend, pflegen die Wieken, im Sommer, wo diese Verbindung theilweise aufgehoben ist, an Wassermenge abzunehmen, indem die Menge des durch Verdunstung fortgehenden Wassers grösser ist, als die, welche durch atmosphärische Niederschläge und Quellen zugeführt wird; dadurch wird das Wiekenwasser concentrirter, die relative Menge in Wasser löslicher Salze nimmt, gegen den Hochsommer hin, stets zu und wird offenbar in denjenigen Strandbecken die grösste Höhe erreichen, welche am Vollständigsten vom Meere abgeschnitten sind. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der von Prof. Schmidt untersuchte Schlamm von Hapsal und der Kleinen Einwiek aus solchen, völlig abgesonderten Uferbecken genommen worden sei.

Vergleichen wir endlich die Zusammensetzung des Schlammwassers selbst, wozu uns die einzige vorhandene Analyse Iwanow's dient (s. oben S. 196 u. 197), mit dem Seewasser (Schrenk a. a. O., S. 107), so zeigen sich in beiden grelle Contraste. Das ganz merkwürdige Vorwiegen von Chlorverbindungen der Erden, über die der Alkalien in dem Schlammwasser, dürfte vielleicht erst durch Analysen der die Gesteinsschichten Oesel's auslaugenden Quellwasser seine Erklärung finden und macht eine Wiederholung der Schlammwasseranalyse Iwanow's wünschenswerth. Der Salmiakgehalt erklärt sich durch das beständig aus dem Schlamm sich entwickelnde kohlensaure Ammoniak, das sich mit jenen Erdsalzen wechselseitig zersetzt.

VII. Die lokalen Verhältnisse des Schlammes und die dessen Vorkommen begleitenden Erscheinungen.

Betrachten wir endlich die physiographischen Verhältnisse des Schlammes, sowie die dessen Bildung und Vorkommen begleitenden Erscheinungen.

Nach Grindel [1]), nimmt der Schlamm in der fast eine Werst breiten und 1$^3/_4$ Werst ins Land eindringenden, an ihrer Mündung über 16 Fuss tiefen Bucht von Rootsiküll, vom Ufer aus, einen Raum von etwa 100 Klaftern ein und reicht bis gegen die Mitte der Bucht. Der Schlamm liegt unter dem klaren Seewasser, in Lagen von 1—2 Fuss Mächtigkeit, unter ihm der weisse Kieselsand, der aber in Menge mit Schlamm vermengt ist und solchen auch hier und da bedeckt. Die Ufer der Bucht beschreibt er treffend:

„Die Ufer der Bucht sind überall flach, lehmig-kieselig, selten finden sich kleine Stücke von Schwefelkies, hie und da bricht Kalkstein, überall liegt Geröllc von Granit, hie und da mit ocherartigem Ueberzuge, an manchen Stellen so häufig, dass der Boden wie gepflastert erscheint. Einige hundert Schritt von der Badestelle sieht man einen Fichtenwald (im Allgemeinen ist auf der Insel Laubholz), jenseits nach dem Gute zu sind Grasplätze und Felder. Die Ufer sind mit kurzem Grase und grösstentheils mit *Scirpus caespitosus* bedeckt, hie und da sieht man eine einzeln stehende *Chironia ramosissima*, *Anthyllis vulneraria*, *Galium verum*, *Artemisia absinthium*. Alle diese Pflanzen sind so klein und verkrüp-

1) Grindel, a. a. O., S. 27 ff.

pelt, dass sie ganz fremdartig erscheinen. Wie gewöhnlich ist an den Ufern *Fucus vesiculosus* angeschwemmt. — — Merkwürdig ist noch eine Pflanze, die sich ungemein häufig in dem Schlamm findet; es ist die *Chara hispida*, welche beim Abspülen frisch und grün erscheint."

Ferner hebt Grindel das reichliche Vorkommen von Quellen und das Hervortreten des Schlammes aus denselben besonders heraus, wobei er in den sonderbaren Irrthum verfällt, jene Quellen als den Ort der Entstehung und Bildung des Schlammes anzusehen.

Er sagt (a. a. O., S. 27): „Wenn die See gefallen und es in der Gegend des Schlammes fast trocken geworden ist, so sieht man an mehreren Stellen den Schlamm aus Quellen hervortreten." Ferner S. 28: „Uebrigens ist der Boden nahe um die Bucht quellig; hie und da sieht man besondere kleine Quellen zwischen Granitblöcken. — In allen diesen Quellen bildet sich der Schlamm, wie unter dem Seewasser, jedoch ohne Pflanzen, der Schlamm ist bloss mit Kieselsand gemengt und liegt auf blauem Lehm. Eine dieser Quellen, die grösste, ist etwa 200 Schritte von der Badestelle entfernt, — sie wird, wie die übrigen, bei hohem Seestande überschwemmt. Als ich sie schnell ausschöpfen liess und den stinkenden Schlamm wegräumte, füllte sie sich wieder in 10 Minuten, auch war eine namhafte Menge Schlamm wieder ausgetreten. Dieser Versuch ist mehrmals mit demselben Erfolge wiederholt worden. Das Wasser dieser kleinen Uferquelle war weich, enthielt wenig salzige und erdige Theile und hatte fast zu allen Zeiten die Temperatur von + 8° R., während die Luftwärme von 15 bis 16° wechselte und die Temperatur des Seewassers zu verschiedenen Tageszeiten abwechselte. Wo sich keine abgesonderten Quellen am Boden des Ufers bilden, ist der

Boden selbst quellig, entwickelt jenen Geruch und zeigt hie und da beim Aufgraben den schwarzen Schlamm“ u. s. w.

Es ist nach dieser Beschreibung hinreichend klar, dass eine ungenaue Beobachtung und die daraus gezogene Folgerung mit einander verwechselt worden sind, dass, beim Uebertreten des Seewassers über die Küste, eine Menge Schlamm mitgeführt wird, welcher dann, beim Zurücktreten der See, auf dem Lande liegen bleibt und die Erscheinungen der schlammhaltigen Quellen veranlasst. Der lockere, von den Sturmwellen aufgewühlte Schlamm wird von denselben mit Leichtigkeit, bei solchen Ueberschwemmungen, auf dem weithin flachen Uferboden ausgebreitet, wo er, bei dem nun langsamer und ruhiger erfolgenden Zurücktreten der See, hauptsächlich in den Vertiefungen des Bodens, in denen auch die Quellen sich zu zeigen pflegen, sich absetzt. Tritt nun das die Quellen bedeckende Seewasser zurück, so werden solche blossgelegt und verursachen nun, durch die wallende Bewegung des sie umgebenden Schlammes, die täuschende Erscheinung eines Hervortretens des Letztern aus ihnen.

Der Irrthum des Beobachters besteht darin, dass er aus dem gleichzeitigen Vorkommen zweier verschiedenen Erscheinungen, der Quellen und des Schlammes, auf den Causalzusammenhang derselben schliesst und diesen irrigen Schluss generalisirt, ohne die Fälle zu betrachten, wo jede dieser Erscheinungen für sich gesondert vorkommt.

Schliesslich hebt Grindel (a. a. O., S. 33) die Unwahrscheinlichkeit hervor, dass der Seetang, nebst Charen u. dergl., den Stoff zum Schlamme lieferten, da „sich ein solcher Schlamm auch überall am Ostseestrande finden müsste“. Schon vordem sagt er (S. 28): „Dieser *Fucus* kann unmöglich den Hauptstoff zum Schlamm geben, da nirgends am Ostseestrande ein

solch pulveriger, nach Hydrothiongas riechender Schlamm gebildet ist, sondern ein besonders fauliger Geruch aus dem vermodernden *Fucus* entsteht."

Dr. Normann [1]) weist, in seiner ziemlich unklaren Schilderung, gleichfalls auf die quellige Natur des Uferbodens, an vielen Stellen des Oesel'schen Strandes, besonders hin. Auch er spricht, die wahre Ursache für eine begleitende Erscheinung ansehend, von der „Schlammerzeugung in Quellen", die er übrigens stets mit dem Uebertreten der See in Zusammenhang erwähnt. So sagt er, „dass die Schlammbildung nur dann eingeleitet werde, wenn Seewasser über die Küsten herübertritt, wie im Frühlinge", und vordem, „dass der Schlamm, nach der Austrocknung, durch seinen dunkelrostfarbenen [2]) Ueberzug der Ufergegend sich manifestire".

Hinsichtlich des allmäligen Erscheinens und der Vermehrung des Schlammes auf dem Seegrunde sagt er:

„Beim Umherfahren auf dem Meere, war zwar früh im Frühlinge wenig zu bemerken, da der Eisgang den Grund ziemlich ausgekehrt hatte, gegen den Sommer hin aber desto mehr, und es zeigten sich ebenfalls nur fleckweise die Anhäufungen der genannten schwarzen Masse, welche im Juli- und Augustmonate dicker wurden und oft zu einem beträchtlichen Umfange sich ausbreiteten; alsdann pflegen sie sich auch mit einem grünen Rasen zu überziehen, der grösstentheils von der *Chara hispida* gebildet wird, bleiben jedoch bisweilen auch, insbesondere wenn die Bucht nicht hinreichend vor Sturm und Wellenschlag geschützt ist, mit angetriebenem Lehm und Kieselsand, wie die übrigen Seegrundstellen, überdeckt."

1) Normann, a. a. O., S. 708.

2) Durch Verwitterung des Schwefeleisens hervorgegangen.

Dass Quellen den an andern Orten gebildeten und ins Innere des Erdbodens gelangten Schlamm mit sich wieder zu Tage bringen, ist ein nicht seltenes Phänomen, wie die schlammführenden Quellen der Pyrenäen, Südfrankreichs, Italiens und die vulkanischen Quellen von Taman, Baku u. s. w. beweisen. Dass aber ein deutlich aus organischen Verwesungsresten zusammengesetzter Schlamm in fliessenden Quellen erst gebildet werde, dies ist ein Ding physischer Unmöglichkeit, zumal unter den Verhältnissen, wie sie von Grindel deutlich und klar beschrieben sind. Gleichwol soll jene sonderbare Ansicht von der „Schlammerzeugung in den Uferquellen" ein von jeher bei den Bewohnern Oesel's eingewurzelter Glaube sein, was dazu beigetragen haben mag, Grindel's freies Urtheil im Voraus gefangen zu nehmen.

Dr. Schrenk [1]) sagt über das Vorkommen des Schlammes: „Dieser Schlamm findet sich im Innern ruhiger Meeresbuchten abgelagert, an deren Gestaden oder in deren Nähe mergelige, leicht zerstörbare Gesteine unserer (obersilurischen) Dolomitgruppe zu Tage ausgehen."

Es ist bemerkenswerth, dass die von ihm hierauf als Hauptfundorte des Schlammes angegebenen Lokalitäten sämmtlich eine Lage haben, die vorwiegend dem Einfluss der im Sommer hier meist herrschenden Süd-, Südwest- und Westwinde ausgesetzt sein muss. Er sagt ferner:

„In allen diesen Lokalitäten hält sich der Schlamm als eine leichte, bewegliche und schlüpfrige, schwarze Masse, über einem festern grauen Untergrunde, der von fein zertheiltem grauem Thon und feinem weissem Quarzsand gebildet wird. Die Mächtigkeit dieser beweglichen Schlammschicht ist

---

1) a. a. O., S. 102 und 103.

sehr verschieden, nur einige Zoll und bis über einen Fuss betragend."

Hr. Dr. Eichwald [1]) beschreibt die Lokalität des Schlammes bei Hapsal, wie folgt:

„Der Schlamm bedeckt den bläulich grauen Lehm, der bei Hapsal den Meeresboden erfüllt, und dieser liegt auf einem grobkörnigen Sande, der aus zertrümmerten oder zerfallenen Graniten entstanden ist; der grobkörnige Sand oder Grand findet sich auch überall in den Gärten der Stadt, wenn ein oder zwei Fuss tief gegraben wird."

„Bei Arensburg findet sich der Schlamm in kleinen fischreichen Buchten, in denen er oft klafterhoch den Meeresboden bedeckt und viele Charen auf ihm wachsen" (a. a. O., S. 415).

Nach Eichwald's Angabe, haben die Südwestwinde, welche in den Jahren 1822 und 1824 so beständig wehten, zuerst die ungeheure Masse von Seeschlamm herangeführt, welcher in der ganzen Bucht von Hapsal, und vorzüglich in ihrem östlichen Theile, sich angehäuft hat. Dies ist jedoch insofern nicht wahrscheinlich, als diese beiden Ursachen der Schlammaufhäufung, die Existenz fertigen Schlammes auf dem Seegrunde und die Südwestwinde, in jedem Jahre, vor 1822, bereits vorhanden und mithin wirksam waren.

Ferner spricht Eichwald im Allgemeinen von Oertlichkeiten, wo das Auftreten von Schlamm nur temporär ist. Er sagt (a. a. O., S. 415): „So wie die Winde den Schlamm anführen, so führt ihn die Strömung oder ein Landwind wieder fort; daher findet sich an der Nordostküste von Dagö und an der Westküste von Worms nirgends Schlamm, während er sich in den von den Winden geschützten Buchten

1) a. a. O., S. 417.

überall in grosser Menge ansammelt; an anderen offenen Stellen des Meeres zeigt sich der Schlamm nur eine kurze Zeit, bei herrschenden Seewinden, und wird bald darauf von einem heftigen Landwinde wieder weggeführt."

Den Schlamm selbst schildert er wie folgt: „Der Meeresschlamm besteht aus einem schwärzlichgrauen Lehm, dem sehr viele feine Sandkörner zugemengt sind, in ihm wächst nicht nur in der Bucht von Hapsal, sondern auch in der Bucht von Arensburg, in grosser Menge die *Chara,* vorzüglich *Chara hispida, incanescens* und *flexilis,* oft in grossen Büschen, dichtgedrängt, dazwischen *Potamogeton pectinatus* und *Zannichellia maritima,* ausserdem findet sich häufig *Conferva glomerata, Ulva intestinalis,* weniger häufig und nur in einzelnen Individuen *Fucus vesiculosus,* der nur an gewissen Stellen der Küste von der Strömung angeführt wird; ebenso selten wird ein *Ceramium,* eine *Polysiphonia,* die *Chorda filum,* oder die *Furcellaria fastigiata* beobachtet. Von Thieren finden sich im Schlamme vorzüglich *Neritina fluviatilis, Paludina balthica* und sehr selten *Cardium edule,* ein kleines *Stenosoma,* nebst der rothen Larve einer Mücke, die den deutlichen Umlauf eines rothen Blutes zeigt. *Medusen* kommen hier nur selten vor."

Den Eisengehalt des Schlammes schreibt er, in einer Anmerkung, der Verwitterung des im Kalkstein oft in grosser Menge vorkommenden Schwefelkieses zu.

Später schildert er eine grosse Anzahl mikroskopischer Gebilde, meist kieselpanzeriger Diatomeen, die den Schlamm und das Seewasser beleben.

VIII. Charakter und Bildung des Schlammes.

Fassen wir nun das aus den Ergebnissen der Analysen, so wie das über die äussern Verhältnisse des Schlammes Gesagte zusammen, um uns ein allgemeines Bild von dessen Charakter und Bildungsweise zu entwerfen und sodann zu einem Vergleich mit andern, ähnlichen Gebilden überzugehen.

Wir haben den Seeschlamm als ein Produkt zu betrachten, das aus einer stets unter denselben Umständen vor sich gehenden Vermengung mannigfaltigen und doch an Qualität stets sich gleichbleibenden Bildungsmaterials hervorgegangen ist. Im Allgemeinen zerfallen seine Bestandtheile in zwei Kategorien: 1) in solche, die zu seiner Bildung beitragen und 2) solche, die in ihm erst ihre Bildungsstätte finden.

Was die Erstern anbetrifft, so werden dieselben hauptsächlich von der See, zum kleinern Theile vom festen Lande geliefert. Es sind zuvörderst die von den Meereswogen zusammengeschwemmten Diluvialmassen des Seegrundes, Sand, Thon und Grus, welche das Hauptmaterial und die Grundlage der Masse liefern; ferner von ihren Standpunkten losgerissene Meerespflanzen, Reste von Seethieren aller Art, Treibholz, Schiffstrümmer und dergl., welche den ersten Anlass zur Bildung der dem Schlamme eigenthümlichen Bestandtheile abgeben; zuletzt die löslichen Salze des Meerwassers, denen jedenfalls ein wesentlicher Einfluss auf die im Schlamm erfolgenden Niederschläge zugeschrieben werden muss. Das Meerwasser wird endlich im Frühjahre (und sonst beim Uebertreten der See) dem süssen Wiekenwasser beigemischt und, während des Sommers, durch die starke Verdunstung concentrirt, demselben eine eigenthümliche Zusammensetzung ver-

leihen, was durch die chemische Analyse noch weiter zu verfolgen gewiss von Interesse wäre.

Die Beiträge des festen Landes zur Schlammbildung sind jedenfalls verhältnissmässig unbedeutend und vielleicht nur in den Wieken von grösserem Einfluss. Sie bestehen in den durch die Gewässer mechanisch abgeschlämmten und fortgerissenen Theilchen des die Felsschichten der Insel bedeckenden Alluviums, Verwitterungsprodukten der zu Tage ausgehenden Dolomite, Kalksteine und erratischen Blöcke; ferner in den durch atmosphärische Niederschläge ausgelaugten löslichen Salzen des Bodens, welche, zum Theil einst dem Meerwasser schon angehörig gewesen, durch Quellen und Bäche den Wieken und Strandbuchten aufsneue zugeführt werden.

Zu den Bestandtheilen der zweiten Kategorie, die im Schlamme erst ihre Bildungsstätte finden, gehören die durch Wechselwirkung der löslichen Salze des Meerwassers einerseits, und der in Lösung übergehenden Salze der verwesenden organischen Körper anderseits, entstehenden Niederschläge, deren Studium, wenn es möglich wäre sie in das Bereich direkter Untersuchung hineinzuziehen, nicht unwichtige Aufschlüsse über die im Meerwasser erfolgende Sedimentbildung überhaupt geben dürfte.

Ferner sind hierzu hauptsächlich die den Schwefelwasserstoff liefernden Schwefelverbindungen (Schwefelmetalle) zu rechnen, deren successive Bildung in der des Schwefelkieses ihren Abschluss findet. Vorzüglich durch das Vorhandensein dieser zum Theil leicht zersetzbaren Schwefelmetalle, wird unser Schlamm besonders charakterisirt und unterscheidet sich vielleicht nur dadurch vor jedem andern an unsern Küsten abgelagerten Schlamme. An den verschiedensten Punkten der Küsten Liv- und Kurlands, von Libau an, bis

Pernau, werden mehr oder weniger grosse Flächen des sandigen oder grandigen Seegrundes von schwarzen, schlüpfrigen Schlammschichten bedeckt, die jedoch keinen andern Geruch, als den des Seewassers verspüren lassen. Beim Aufwühlen des Schlammes, steigen stets Luftblasen, mitunter in ziemlicher Menge auf, die indess nicht den mindesten Geruch nach Schwefelwasserstoff kundgeben.

An mehrern Stellen des Strandes, wo derselbe sehr flach ist, wie z. B. auf der mit kurzem, mageren Grase bekleideten, stellweis mit *Lotus corniculatus, Potentilla Anserina, Glaux maritima, Erythraea linariaefolia* u. A. bedeckten Küste südlich von Pernau, finden sich, in verschiedener Entfernung vom Ufer, eine Menge kleinerer, schüsselförmiger Vertiefungen des Bodens an, die, bei starken Stürmen, durch das aufs Land getriebene Seewasser erfüllt werden und von denen nur wenige der grössern theilweise davon erfüllt bleiben, während die meisten kleinern wieder auszutrocknen pflegen. Diese, häufig auch mit Regenwasser erfüllten Vertiefungen enthalten auf ihrem Grunde meist einen ähnlichen, weichen, braunschwarzen Schlamm, wie der in der See befindliche, und zeigen sich ohne Vegetation, deren Stelle eine Menge hineingeschwemmter, meist dem Meere angehöriger, in Verwesung übergehender Pflanzenreste, mitunter Seetang und vom Wasser innig durchdrungene, daher in demselben untersinkende, verwesende Holzstücke, Reste von Schiffstrümmern und dergl. vertraten, welche zahlreichen *Hirudineen, (Helluo, Clepsine), Naiden, Crustaceen (Lophyropoden), Turbellarien* und einzelnen Wasserschnecken zum Zufluchtsort dienen.

Nirgends nimmt man auf dieser ganzen Küstenstrecke, von Libau bis Pernau, am Seeufer selbst, den Geruch nach

Schwefelwasserstoff wahr, wie dies am Strande Oesel's und der Westküste Ehstlands häufig stattfindet.

Da nun höchst wahrscheinlich der auf dem Grunde und längs der ganzen Ostseeküste gebildete und abgelagerte Schlamm ursprünglich überall von gleicher Beschaffenheit ist, der an den Küsten Oesel's und Westehstlands dagegen durch seinen Reichthum an Schwefelverbindungen sich auszeichnet, so wird es wahrscheinlich, da alle übrigen Umstände, bis auf die verschiedene geologische Beschaffenheit der Provinzen, übereinstimmen, dass lediglich diese den charakteristischen Unterschied des Seeschlammes bedingt. Die obersilurischen Kalkstein- und Dolomitschichten Oesel's, der Inseln und Ehstlands werden demnach einen eigenthümlichen Einfluss auf die Bildung der secundären Produkte im Schlamm ausüben, welchen die devonischen Kalk- und Sandsteinmassen Liv- und Kurlands zu äussern nicht vermögen.

Es ist nach dem Vorhergehenden auch klar, dass Grindel's Behauptung, als könnten die Seepflanzen, *Fucus*, *Chara* etc., unmöglich den Hauptstoff zur Bildung des Schlammes abgeben, unbegründet ist. Nicht die verwesenden Seepflanzen bedingen den Unterschied des obersilurischen und devonischen Seeschlammes, sondern der Mangel oder das Vorhandensein der Bedingungen zur reichlichen Bildung von Schwefelmetallen. Läge eine obersilurische Insel an der Küste Südkurlands, so würden sich an dieser Insel sicherlich die Erscheinungen schwefelwasserstoffhaltigen Schlammes, wie auf Oesel, wiederholen, während nebenbei, an der Küste des festen Landes, wie bisher, nur devonischer, d. i. gemeiner Seeschlamm zu finden wäre.

Nach einer Bemerkung Normann's [1]), unterscheidet das

1) Vergl. „Inland" 1846, Nr. 46.

Landvolk auf Oesel zweierlei Arten von Schlamm, einen Merre-mudda, d. i. Meerschlamm, und einen Medde-mudda, d. i. Fäulnissschlamm, Fäulnissprodukt des Seetangs. Ueber die Zulässigkeit solcher Unterscheidung in wissenschaftlichem Sinn müssen genauere Untersuchungen an Ort und Stelle entscheiden.

IX. Parallele des Schlammes mit Gebilden analoger Entstehung.

A. Parallele mit dem Tschernosem und Nilschlamm; der Schlamm in agronomischer Beziehung.

Da die Vorgänge, welche wir heutzutage in Bezug auf das allmälige Hervortreten neuer Inseln und die Vergrösserung der baltischen Küsten (als combinirter Wirkung des Antreibens von Schlamm und Detritusmassen, verbunden mit der im Laufe halber Saecula schon deutlich sichtlichen Hebung des Landes) wahrnehmen, bereits seit der Existenz der Ostsee und der in ihr vorhandenen jetzigen Flora und Fauna stattgefunden haben müssen und auf diese Weise eine Menge der früheren Silmen, Buchten und Wieken, im Laufe von Jahrtausenden der jetzigen Periode, sammt den in ihnen abgelagerten Schlammmassen, schon zu festem, trockenem Lande geworden sind, so ist mit Gewissheit anzunehmen, dass das die Felsmassen Oesels meist in dünnen Schichten bedeckende Alluvium [1]), welches hauptsächlich diesem letzten Meeresabsatz

1) Dr. Jac. Johnson sagt darüber: „Die Oberfläche des Gesteins ist überall mit einem Gemeng von Sand, Thon, Kalk und Humus, sehr selten mit reinem Sande bedeckt. Dieses Alluvium, dessen Mischungsverhältniss man für den Pflanzenanbau ein günstiges nennen kann, ist, nach der Lage, in sehr ver-

seine Entstehung verdankt, an vielen Stellen aus Massen zu festem Boden gewordenen Seeschlammes bestehen wird, welchem die Insel einen Theil ihrer in gewissem Rufe stehenden Fruchtbarkeit verdanken mag. Es wäre in mehr als einer Beziehung von Interesse, die Zusammensetzung eines solchen aus dem Seeschlamm entstandenen Bodens zu kennen, um ihn mit andern, ähnlichen Gebilden des Meeres, die sich durch hohe Fruchtbarkeit und eigenthümliche Mengung auszeichnen, unter denen der, im Süden Russlands ungeheure Länderstrecken einnehmende Tschernosem einen hervorragenden Platz behauptet, in eine nutzbringende Parallele stellen zu können. Da wir bisjetzt noch keine Analysen des rohen Oesel'schen Alluviums besitzen, die Acten über den nach der Lokalität so verschiedenartig gemengten und zusammengesetzten Tschernosem [1]) ihrerseits aber kaum begonnen haben, so dürfte eine Vergleichung beider in geologischer Beziehung für jetzt unthunlich, in agronomischer dagegen, auf Grund der vorhandenen Schlammanalysen, in gewisser Hinsicht zulässig sein. Da jedoch hierbei diejenigen Chlor- und schwefelsauren Salze, welche dem Meer- und Wiekenwasser allein angehören, auf Seiten des Schlammes abgezogen werden müssen, was, nach den vorhandenen Daten, nicht gut ausführbar ist, ausserdem aber die, bei den vorhandenen Analysen des Tschernosem, von

---

schiedener Dicke vorhanden, in den Niederungen im Allgemeinen in einer mächtigeren Schicht als auf den Anhöhen, wo der Kalkstein fast zu Tage liegt oder höchstens mit einer Erdrinde von 3, 4 bis 6 Zoll bedeckt ist. Auf dem Alluvium liegen Granitblöcke, stellweis in sehr grosser Anzahl, so dass sie der Cultur des Bodens hinderlich sind." Beitrag zur Kenntniss der wirthschaftlichen Verhältnisse der Insel Oesel, von Dr. J. Johnson. Petersburg, 1850. S. 2. Vergl. auch: Wahrheit und Muthmassung, Beitrag zur ältesten Geschichte der Insel Oesel, von Dr. Joh. W. L. v. Luce. Pernau, 1827. S. 12 u. 28.

1) Vergl. Herrmann, Payen, Murchison, Verneuil und Keyserling, Schmid in Jena, Petzholdt, Ehrenberg, Wangenheim von Qualen.

der angewandten Methode herrührenden unvermeidlichen Störungen im wahren Verhältniss der in Salzsäure löslichen Substanzen die Grundlage einer rationellen Parallele verhindern, so bleibt uns fast nur der in Salzsäure unlösliche Rückstand des geglühten Schlammes und geglühten Tschernosems, sowie die mineralogischen und morphologischen Bestandtheile derselben, im rohen Zustande, zur Vergleichung übrig.

Hinsichtlich der morphologischen Elemente, ist unser durch reichliche Mengen kieselpanzeriger *Diatomeen* charakterisirte Schlamm dadurch wesentlich unterschieden von dem meist *Phytholitharien* (Ehrenberg und Schmid in Jena), oder in Quarz versteinerte *Foraminiferen* (Petzholdt) enthaltenden Tschernosem. Auch die mineralogische Beschaffenheit des Schlammes weicht von dem von Schmid untersuchten Tschernosem des Orel'schen Gouvernements wesentlich ab, kommt dagegen mehr mit dem von Prof. Petzholdt untersuchten des Tambow'schen Gouvernements (Kreis Kirssanow) überein, dessen beim Abschlämmen zurückgebliebener Sand meist aus verschiedenen, zur Quarzfamilie gehörenden Körnern und Gesteinsbrocken verschiedener Sandsteinvarietäten bestand, in denen die Quarzkörnchen hauptsächlich durch ein quarziges Bindemittel, oft aber auch durch Thon, Eisenoxyd oder Kalk u. s. w. miteinander verkittet waren [1]).

Ebenso weicht auch der von Schmid [2]) in Jena und Payen [3]) untersuchte Tschernosem, in seinem unlöslichen Rückstand, wesentlich von dem unlöslichen Rückstand des Wieken-

---

1) Petzholdt, in Erdmann's Journ. für prackt. Chemie, Bd. 51 (1850) S. 4.

2) Bulletin de l'Acad. Impér. des sciences de St. Petersbourg Tome VIII. Nr. 11, 12.

3) Murchison, on the Tchornoi Zem or black earth. S. 10. (Aus dem Journ. of the Royal agricultural society of England, 1842, Vol. III. part. I.).

oder Seeschlammes ab; dagegen ist er in chemischer Hinsicht dem des Tambow'schen Gouvernements auffallend analog zusammengesetzt. Der in Salzsäure unlösliche Rückstand vom Tschernosem eines jungfräulichen Graslandes, aus einer Tiefe, bis zu welcher die Pflanzenwurzeln nicht herabdrangen (I.), sowie eines niegedüngten Ackerfeldes (II.), bestand, nach Prof. Petzholdt, aus:

	I.	II.
Kieselerde . . .	90,85	88,85
Eisenoxyd . . .	1,93	1,98
Thonerde	4,99	5,68
Kalk	0,81	0,55
Magnesia	Spuren	Spuren
Kali	1,89	3,50
Natron	0,97	1,80
	101,44	102,36

Die chemische Aehnlichkeit in der Zusammensetzung dieser Rückstände, mit denen des Schlammes von Rootsiküll und der Kleinen Wiek (S. 147 u. 194), ist sprechend (zumal wenn man berücksichtigt, dass die Quantität der Alkalien und Erden in dem unlöslichen Rückstand der Kleinen Wiek von Prof. Schmidt aus der Differenz bestimmt worden sind) und weist zunächst darauf hin, dass die Sandsteintrümmer des Tambow'schen Tschernosem, hinsichtlich ihres Ursprungs, zu den unter den Quarzkörnern des Schlammes beobachteten, reichlichen, deutlich erkennbaren Fragmenten krystallinischer (granitischer) Gesteine in direkter Beziehung stehen mögen.

Wenn wir aber den Schlamm von dem Gesichtspunkte aus betrachten, inwiefern er, seinen Bestandtheilen nach, als Mittel zur Bodenverbesserung und zur Vermehrung der Ertragsfähigkeit des Ackerbodens angesehen werden kann, so

ergibt sich, in dieser Hinsicht, schon aus der blossen Ansicht der analytischen Ergebnisse, ein sehr günstiges Resultat.

Es mag hier, da ein specielleres Eingehen auf agronomisch-chemische Zwecke nicht am Platze ist, nur die Gesammtmenge der in Salzsäure löslichen Substanzen des geglühten Schlammes, dem Tschernosem gegenüber, so wie die Menge der Phosphorsäure in beiden betrachtet werden.

Die von Payen [1]) untersuchte russische Schwarzerde (ohne Angabe des Fundorts) gab, geglüht, an siedende Salzsäure 14,82 pC. löslicher Stoffe ab. Der von Schmid in Jena analysirte, niebebaute Tschernosem des Orel'schen Gouvernements enthielt, im geglühten Zustande, 5,15 bis 6,23 pC. in Salzsäure löslicher Substanzen; die beiden von Prof. Petzholdt [2]) untersuchten, bereits genannten Proben des Gouvts. Tambow hingegen, gaben, im geglühten Zustande, I. 20,59 pC. und II. 12,0 pC. in Salzsäure löslicher Substanzen ab.

100 Theile des geglühten Schlammes enthalten:

Rootsiküll, Untergrund	Rootsiküll, Obergrund	Arensburg, Grosse Wiek	Arensburg, Kleine Wiek	Hapsal
3,89	8,99	29,31	8,21	5,38

in Salzsäure löslicher Salze (ohne die amorphe und an einen Theil der Basen gebundene Kieselerde, sowie ohne das aus dem Schwefelkies, beim Glühen, entstandene Eisenoxyd). Die für den Schlamm der Grossen Wiek angegebene Quantität löslicher Substanzen ist besonders gross und findet ihre Erklärung mehr in dem bereits weit vorgeschrittenen Grade der Verwitterung der in ihm enthaltenen Trümmer, als in dem grossen Gehalt des Wiekenwassers an löslichen Chlor- und schwefelsauren Salzen (s. weiter unten).

1) Murchison, a. a. O., S. 10.
2) a. a. O., S. 12.

Prof. Petzholdt sagt, in seiner Untersuchung des Tschernosem (im J. 1850), dass ihm kein Boden, dessen Untersuchung in die letztverflossenen Jahre fällt, bekannt geworden sei, der, was die Phosphorsäure betrifft, mit dem Tschernosem sich messen könnte. Die in Salzsäure löslichen Substanzen der beiden von ihm untersuchten Proben enthielten I. 0,88 pC. und II. 1,50 pC. Phosphorsäure [1]). Der von Payen, in seinem Briefe an Verneuil [2]), hervorgehobene, so bedeutende Stickstoffgehalt (0,29 pC. der trockenen Erde oder 5,197 pC. der organischen Substanzen betragend) des von ihm untersuchten Tschernosems weist gleichfalls auf einen entsprechenden Gehalt an phosphorsauren Salzen hin.

Die in Salzsäure löslichen Substanzen des trockenen Schlammes enthielten, an Phosphorsäure:

Rootsiküll, Untergrund	Rootsiküll, Obergrund	Arensb., Gr. Wiek
0,82 pC.	1,45 pC.	0,60 pC.,

welcher Gehalt an Phosphorsäure, bei dem Reichthum des Schlammes an organisirten Wesen [3]) im zersetzten sowol, wie im unversehrten Zustande, nicht auffallen kann, wobei ich bemerke, dass der für die Grosse Wiek gefundene Phosphorsäuregehalt eher zu gering ausgefallen sein mag, da nur Eine Bestimmung desselben gemacht werden konnte. Auch wird ferner durch Iwanow's Angabe der Phosphorsäurereichthum unseres Schlammes bestätigt, indem die in Salpetersäure lös-

1) a. a. O., S. 6.

2) Murchison, on the Tchornoi Zem, S. 9. Die von Murchison mitgetheilte Originalanalyse Payen's enthält einige Rechnungsfehler, in Folge deren der daselbst aufgeführte Stickstoffgehalt um die Hälfte zu gering angegeben ist.

3) Nach Heinr. Rose, enthalten die Infusorien ebenfalls phosphorsauren Kalk (Poggend. Annal. Bd. 32 S. 575).

lichen Substanzen der abschlämmbaren Theile 5,80 pC. Phosphorsäure ergeben.

Da es gewiss ist, dass nicht das Vorwiegen gewisser einzelner, für das Pflanzenwachsthum nothwendiger und wichtiger Stoffe, wie Phosphorsäure, Alkalien, Kieselerde u. s. w., in einem Dünger oder Boden, für sich allein solchen mit einer hohen Ertragsfähigkeit zu begaben im Stande ist, sondern diese letztere Wirkung vielmehr dem gleichzeitigen Vorhandensein und Zusammenwirken aller derjenigen Bestandtheile zugeschrieben werden muss, welche einen entschiedenen Einfluss auf die Vegetation ausüben, alle diese Bestandtheile aber ganz besonders in dem Wiekenschlamm in reichlicher Menge vorhanden sind, so dürfte dieser an den Orten seines Vorkommens als werthvolles Düngmittel zu empfehlen sein [1]), obwol mir nicht bekannt ist, dass der Seeschlamm auf Oesel oder an den Westküsten Ehstlands zur Düngung der Felder jemals benutzt worden wäre, wie mit dem angetriebenen Seetang seit jeher geschieht [2]), welcher für sich allein offenbar nur theilweise jenen ausgesprochenen Bedingungen genügen kann. Die geäusserte Meinung dürfte auf die unverkennbare Aehnlichkeit sich stützen, welche unser Wiekenschlamm in seiner Zusammensetzung mit einer andern, durch hohe Fruchtbarkeit seit jeher berühmten Schlammart, dem Nilschlamm, zeigt, wie solches schon aus der blossen Ansicht zweier der vorhandenen, nicht ganz genügenden, im Wesent-

1) Es versteht sich dabei von selbst, dass der rohe Seeschlamm kurz vor dem Beackern auf die Felder gebracht werden müsste.

2) Vergl. „Topographische Nachrichten von der Insel Oesel, in medicin. und oeconom. Hinsicht", von Dr. v. Luce, Riga 1823, S. 370 u. 371. Auch Luce hebt hervor, dass der Seetang nur in dem Falle gut dünge, wenn er noch im frischen Zustande auf den Acker geführt, ausgebreitet und untergepflügt wird, während der am Strande durch langes Liegen bereits ausgelaugte und verfaulte Seetang kaum der Anfuhr lohne.

lichen jedoch übereinstimmenden Analysen vom Schlamme des Nils hervorgeht [1]).

Derselbe besteht, im lufttrockenen Zustande,

nach Lajonchère, aus:

In Wasser löslicher Theil	Kieselerde . .	0,05	
	Wasser . .	4,75	
	Organ. Subst.	4,85,	worin 0,21 Stickstoff.
	Chloralkalien	0,65	
In Salzsäure löslich	Eisenoxyd . .	11,50	
	Thonerde . .	21,65	
	Kohlens Kalk	3,85	
	Kohlens. Magn.	2,05	
In Wasser u. Salzsäure unlöslich.	Kieselerde . .	46,55	
	Thonerde . .	3,70	
		99,00	

nach der Analyse von Payen und Poinsot, aus:

Wasser	3,25	
Organ. Substanz in Wasser löslich .	0,35	stickstoffhaltig
Organ. Substanz in Wasser unlöslich	4,46	stickstoffhaltig
Chloralkalien	0,07	
Schwefelsaurer Kalk	0,37	
Kohlensaurer Kalk	6,33	
Magnesia und kohlensaure Magnesia .	4,09	
Kieselerde	54,27	
Thonerde	10,77	
Eisenoxyd	13,18	
Kalk	2,86	
	100,00	

Beide Schlammproben nahmen, beim Erhitzen in der Luft, durch Oxydation der Eisenverbindungen, eine rothe Farbe an. Lajonchère bestimmte die in Salzsäure löslichen Substanzen erst nach dem Glühen der Masse. In der von Payen und Poinsot analysirten Probe, ist offenbar die ganze in die salzsaure Lösung übergegangene Menge von Eisenoxyd und Thonerde, mit der den Silikaten angehörigen Quantität dieser Substanzen, in der Berechnung, vereinigt worden; auch heben

1) Erdmann's Journ. für prackt. Chemie, Bd. 50 S. 201.

diese letztern Forscher hervor, dass der Nilschlamm keine Spur eines phosphorsauren Salzes enthält, was ganz sicherlich auf einem Irrthum beruhen wird [1]). Ferner sind die den Silikaten angehörigen Alkalien nicht bestimmt, obgleich solche vorhanden sein müssen, da Payen und Poinsot gelbe Glimmerblättchen unter den mechanischen Gemengtheilen hervorheben. Nach dieser Analyse, charakterisirt sich der Nilschlamm als ein feiner, eisenreicher Thon, welcher grosse Mengen von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia enthält und den an einen möglichst vollkommenen Dünger zu stellenden Anforderungen in jeder Hinsicht Genüge leistet.

B. Vergleichung mit dem Schlamm der Limane Südrusslands.

Die Wieken zeigen, nach dem Seite 200 u. 201 Gesagten, in ihrem ganzen Verhalten eine gewisse Analogie mit den von Prof. Hasshagen [2]) und Hrn. Konopak [3]) untersuchten Limanen der Nord- und Nordwestküste des Schwarzen Meeres, welche, wie auch die Wieken, durch ein allmäliges Zurückziehen des Meeres hinterbliebene, tiefe Einbuchtungen desselben in das sandige Ufer darstellen, die durch vorspringende Landzungen zum grossen Theil oder gänzlich vom Meere abgeschnitten wurden. Im letztern Fall, stellen sie Strandseen vor, die bei Sturmfluthen und Ueberschwemmungen stets mit

1) Abgesehen von den durch die Analyse gefundenen stickstoffhaltigen organischen Substanzen, enthält der Nilschlamm, nach Ehrenberg, 160 Arten Phytholitharien, neben gold- oder silberglänzenden Glimmerblättchen (Monatsbericht der Berliner Academie, 1851, S. 324.

2) Результаты химическихъ изслѣдованій морскихъ, озерныхъ и лиманныхъ водъ и грязей Новороссійскаго края, проф. Хр. Гассгагена, Одесса, 1852.

3) Журн. минист. внутр. дѣлъ, 1853, Іюль, отдѣл. II. p. 19. (Ein Auszug aus einem Manuscript des am Orte functionirenden Arztes Konopak.)

neuen Quantitäten Meerwassers versorgt werden, welches, ohnehin stark salzhaltig (1,55 pC. [nach Hasshagen], oder bis 1,76 pC. [nach Goebel] feuerfeste Salze enthaltend), sich durch Verdunstung während der Sommerhitze dermassen concentrirt, dass sein Salzgehalt [1]) dem der Mutterlaugen in den Salinen gleichkommt und ihn sogar noch übertrifft. Der grosse Salzgehalt des Limanwassers gibt zu einer reichlichen Ausscheidung des Salzes in fester Form Veranlassung, die noch durch die äussern Verhältnisse, die geringe Regenmenge, die hohe Lufttemperatur [2]) während des Sommers und dadurch erfolgende starke Verdunstung des Wassers, ausserordentlich begünstigt und, seit jeher, mit Erfolg zur technischen Gewinnung von Kochsalz benutzt wird.

In diesen, wenige Fuss bis einige Faden tiefen, an den Ufern mit rothstengeligen *Salicornia*- und *Salsola*-Arten, umkränzten Limanen, deren Wasser, in dunkeln Nächten durch weingeistflammenähnliches phosphorisches Leuchten oft sich auszeichnend, des starken Salzgehalts wegen keine Fische beherbergt, an deren Statt aber eine Welt kleiner *Crustaceen* und *Anneliden* sich tummelt, findet nun ebenfalls auf einem meist sandigen, mit vielen Muscheln und Seegewächsen bedeckten Boden, eine reichliche Schlammbildung statt, und

---

1) Der Gehalt des Limanwassers an festen Salzen variirt, nach Hasshagen's Analysen zu urtheilen, von 10 bis 33 pC. und wechselt beständig, je nach den Mengen hinzukommenden atmosphärischen Wassers. Die gewöhnlichen Mutterlaugen der Würtembergischen Salinen enthalten 25,6 bis 26,5 pC. Salze. (Fehling, chemische Untersuchung der Soolen u. s. w. der Würtemb. Salinen. Stuttg. 1847.)

2) Die gewöhnliche Lufttemperatur jener Gegenden beträgt, während des Sommers, im Schatten 25° R. und in der Sonne 36° R.; an den heissesten Tagen steigt sie im Schatten auf 31° und in der Sonne bis auf 44° R.; dabei schwankt die Temperatur des Limanwassers zwischen 17° und 23° R. und bleibt constant, wenn auch die Lufttemperatur sehr ändert. (Konopak, a. a. O.)

zwar hauptsächlich in den Vertiefungen des Bodens, sowie an den Uferstellen. Diese Schlammbildung wird von Konopak [1]) vorzüglich der in grosser Menge daselbst vorkommenden *Ulva lactuca* zugeschrieben, welche, von grüner Farbe und von unzähligen Schalthieren bewohnt, in weiter Ausdehnung auf der Oberfläche des Limanwassers, vorzüglich längs dem Ufersaume wuchert und, theils von den Wellen auf die sandigen Ufer geworfen, nach dem Austrocknen, diese mit einer grauen Schicht überzieht, theils in den Gruben und Vertiefungen der Ufergegenden sich ansammelnd, durch Vermengung mit erdigen Theilen, den bereits vorhandenen Limanschlamm vermehrt. Auch wird solche mit der trivialen Benennung des Limanschlammes (Лиманская тина) bezeichnet.

Die Salze jener Limane bestehen hauptsächlich aus Kochsalz und Magnesiasalzen (Chlormagnesium und Bittersalz), in seltenen Fällen enthalten sie auch Chlorcalcium in bedeutender Menge. Die übrigen Salze, Chlorkalium, Gyps, Jod- und Bromverbindungen, machen zusammen einen sehr geringen, meist nicht über 1 bis 2 pC. der Gesammtmenge betragenden Antheil aus [2]).

Der Limanschlamm, welcher, ähnlich unserem Seeschlamm, durch einen bedeutenden Schwefelwasserstoffgeruch sich manifestirt, ist im natürlichen Zustande von den Salzen des Liman-

---

1) Konopak, a. a. O., S. 29.

2) Die Menge des Jodnatriums und Brommagnesiums im Limanwasser ist verhältnissmässig nicht unbedeutend. Der Gehalt des Erstern berechnet sich im Allgemeinen zwischen 0,124 und 0,562 pC. der wasserfreien Salze, der des Letztern zwischen 0,036 und 0,934, auf 100 Theile Salze. In dem wässerigen Auszuge des Schlammes vom Salzsee bei Saki, in der Krimm, steigt die Menge des Jodnatriums sogar auf 2,345 pC. und die des Brommagnesiums auf 4,20 pC. der feuerbeständigen, in Wasser löslichen Salze! Es ist zu vermuthen, dass hier in Hasshagen's Angaben ein Druck- oder Schreibfehler stattgefunden habe.

wassers imprägnirt, welche er bei der Behandlung mit Wasser an dieses abgibt. Der in Wasser unlösliche Theil besteht, wie aus Hasshagen's Analysen ersichtlich ist, vorwiegend aus kohlensaurem Kalk und Gyps, eisenhaltigem Thon und kohlensaurer Magnesia [1]).

Zusammensetzung der Salze, welche durch Wasser aus 100 Theilen rohen Limanschlamms ausgezogen werden.

	Odessa	Krimm			Dnjepr
	Liman v. Kujalnizk.	Salzsee b. Leuchtth. von Sewastopol.	Salzsee Saki.	See Tschokrak.	Salzsee v. Gute des Herrn *Wassal.*
Chlornatrium	1,650	2,539	9,47	5,860	8,310
Chlorkalium	0,096	0,081	2,35	0,095	0,039
Chlormagnesium	6,859	4,960	—	3,073	—
Jodnatrium	0,051	0,040	0,48	0,041	0,021
Bromnatrium	0,090	0,092	0,86	Spur	Spur
Doppelt kohlens. Kalk .	1,060	—	—	—	—
Schwefelsaurer Kalk . .	—	—	—	0,062	—
Schwefelsaure Magnesia	0,931	3,868	1,83	2,080	2,120
Schwefelsaures Kali . .	—	—	0,26	—	0,028
Schwefelsaures Natron .	—	—	3,95	—	2,980
Phosphors. Magnesia . .	—	—	1,27	—	—
Schwefelammonium . .	—	—	2,65	1,659	1,200
Organische Substanzen	—	—	0,55	0,094	0,070
Lösl. Salzmenge in 100 Theilen Schlammes .	10,737	11,580	23,67	12,964	14,768

1) Es werden, in dem bezeichneten Aufsatz des Журн. минист. внутр. дѣлъ, die von Prof. Hasshagen und von dem Apotheker Schwedow ausgeführten Analysen des Wassers und Schlammes eines und desselben Limans (von Kujalnizk) mitgetheilt, deren gänzlicher Mangel an Uebereinstimmung aus der völligen Unkenntniss des Letztern (Schwedow) in den Elementen der analytischen Chemie einfach sich erklärt.

Zusammensetzung des Limanschlammes in 100 Theilen, nach Hasshagen.

	Odessa	Krimm			Kr. Dnjepr
	Liman v. Kujalnizk.	Salzsee b. Leuchtth. von Sewastopolj.	Salzsee Saki.	See Tschokrak.	Salzsee v. Gute des Herrn *Wassal.*
Wasser	28,573	30,215	34,20	26,596	42,590
In Wasser lösliche Salze	10,737	11,580	23,67	12,964	14,768
Unlöslicher Rückstand .	60,690	58,205	42,13	40,440	42,642
Derselbe, in 100 Th.					
Kohlensaurer Kalk . . .	36,25	30,312	33,11	31,090	38,301
Kohlensaure Magnesia .	11,68	10,770	—	—	—
Schwefelsaurer Kalk . .	33,21	17,130	10,70	19,116	4,647
Phosphorsaurer Kalk .	—	—	0,69	—	—
Phosphors. Magnesia . .	—	—	—	—	7,199
Kieselerde, in Alkali lösl.	—	—	—	4,605	—
Einfach-Schwefeleisen .	1,52	0,976	—	3,050	1,993
Organische Substanzen	1,61	—	—	1,050	2,438
Kieselerde	3,06	19,090	31,86	35,061 (Quarzsand	23,101
Thonerde	12,13	15,610	8,30	7,025	21,300
Eisenoxyd	0,54	6,111	9,52	9,003	1,011
Magnesia	—	—	5,82	—	—
Gasarten, in VolumpC. des Schlammes oder Wassers, durch Kochen ausgetrieben.	1,36 Luft 0,62 SH 1,96 Vol. pC. des Wassers.	—	1,36 CO_2 3,61 SH 0,83 CH 5,80 V.pC. des Schl.	1,72 CO_2 3,90 SH 0,65 CH 6,27 V.pC. des Schl.	1,18 Luft 0,90 SH 2,08 Vol. pC. des Wassers.

Noch muss ich bemerken, dass mein Vater schon vor langer Zeit (nach seiner Steppenreise im J. 1834) das Wasser von vier jener Limane, sowie den Schlamm von Saki ebenfalls untersucht hatte. Bei der Vergleichung dieser von

ihm ausgeführten, in seinem Reisewerke [1]) niedergelegten Analysen mit Hasshagen's Resultaten, zeigen sich die Quantitäten der einzelnen Salze (auf gleichen Salzgehalt bezogen) dermassen gut übereinstimmend, dass man, hierauf gestützt, mit vieler Sicherheit behaupten kann, das Wasser dreier jener Limane (Salzsee von Saki, Rother See bei Perekopj und Siwasch oder Faules Meer) habe innerhalb 20 Jahren fast nicht im Mindesten, das des vierten (See Tschokrak), nur wenig in seiner Zusammensetzung sich geändert. Die chemische Untersuchung des Schlammes von Saki ist von ihm sehr ausführlich a. a. O. mitgetheilt.

Man ersieht aus den vorstehenden Tabellen zur Genüge, dass die Verbindungen, welche die Grundlage des Schlammes in den Limanen bilden, ganz dieselben sind, wie sie in Oesels Strandbuchten und Wieken sich finden: ein Gemenge von Kalk- und Magnesiasalzen mit dem Meersande, neben organischen Substanzen und Schwefelverbindungen; nur ist das quantitative Verhältniss dieser Körper unter sich ein anderes; jene Kalk- und Magnesiaverbindungen sind nicht, wie bei Rootsiküll u. s. w., durch die bei Weitem überwiegenden Massen Detritus gleichsam wie verdeckt, sondern sie treten hier sogar, dem Letztern gegenüber, in vorwiegender Menge auf.

Dagegen erscheint die Menge der organischen Substanzen ausserordentlich gering. Hier dürfte die schwarze Farbe des Schlammes, wie auch von meinem Vater und Hasshagen angegeben worden ist, lediglich dem Schwefeleisen zugeschrieben werden. Nach meines Vaters Angaben jedoch, verlor der im Wasserbade ausgetrocknete Schlamm vom Salzsee Saki, beim Glühen im Platintiegel, 13,46 pC. an organischen und

1) Goebel's Reise in die Steppen des südl. Russlands. Dorp. 1838. Bd. II. S. 67 bis 89.

flüchtigen Bestandtheilen. Auch die Natur dieser organischen Materie scheint sich von der unseres Schlammes zu unterscheiden. Denn während in diesem reichliche Mengen in kohlensauren Alkalien löslicher Humussäuren vorhanden waren, konnte m. V., durch Sieden von 1000 Theilen Schlamm von Saki mit 120 Theilen kohlensauren Kali's, in Wasser gelöst, solche nicht erhalten, indem in der resultirenden weingelben Flüssigkeit Salzsäure nicht die mindeste Flockenabsonderung bewirkte. Dagegen erhielt er, durch Digeriren des ausgetrockneten Schlammes mit absolutem Alkohol, 0,45 pC. eines braunen Weichharzes, welches den eigenthümlichen Geruch des frischen Schlammes in hohem Grade besass. Dieses Schlammharz wurde beim Erhitzen vollkommen flüssig, entzündete sich endlich und verbrannte mit heller, russender Flamme, mit Hinterlassung einer geringen Menge Kohle. Endlich wies er noch eine geringe Menge von Quellsalzsäure und eine reichliche Quantität von Quellsäure in diesem Schlamme nach. (Steppenreise II. S. 78).

Auffallend ist das gänzliche Fehlen von Kalksalzen in dem wässerigen Auszuge des Schlammes dreier der Limane, trotz der bedeutenden Menge von Gyps im unlöslichen Rückstande. Dies dürfte nur in einem Falle (Salzsee bei Sewastopolj) durch die bekannte Thatsache seine Erklärung finden, dass Gypslösung, durch kohlensaure Magnesia filtrirt, mit dieser in schwefelsaure Magnesia und kohlensauren Kalk sich umsetzt; auch ist das Vorhandensein einer bedeutenden Menge (fast 9 pC. des Salzgehalts) von doppelt-kohlensaurem Kalk in der wässerigen Lösung des Limans von Kujalnizk, neben der grossen Quantität Gyps und kohlensaurer Magnesia im unlöslichen Rückstand, auffallend.

Die im Limanschlamm reichlich vorhandenen Bedingungen

zur Bildung von Schwefelkies, — grosse Mengen von Gyps und Eisenoxyd, neben organischen verwesenden Substanzen, — lassen mit Gewissheit auch hier auf das Vorhandensein dieses Körpers, ähnlich wie in unserm Schlamme, schliessen.

Aus dem bei Weitem vorwiegenden Gehalt an Kalk und Magnesia im unlöslichen Theil des Limanschlammes, lässt sich ferner mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen, dass, bei dessen Bildung, der jene Gegenden bedeckende, viel Muscheltrümmer führende, pliocene Steppenkalk [1]) einen wesentlichen Antheil nehme.

Leider theilt Prof. Hasshagen nur die Resultate seiner chemischen Untersuchungen allein mit, ohne sich über die Methode, durch welche er zu jenen gelangte, sowie über die mineralogischen Verhältnisse des Limanschlammes und dessen morphologische Bestandtheile specieller auszulassen [2]). Dieser Umstand, der wol darin seine Erklärung findet, dass Hasshagen jene Analysen mehr in medicinischen Zwecken anstellte, raubt uns die Möglichkeit auf seine Angaben näher einzugehen und lässt somit eine Menge sich aufdrängender Fragen, hinsichtlich jener interessanten Schlammarten, unerledigt.

---

1) Murchison, Verneuil, Keyserling, Geologie Russlands, übersetzt von G. Leonhard. Bd. I. S. 322.

2) Möge es Hrn. Prof. Hasshagen gefallen, die besagten Desiderate noch nachträglich zu veröffentlichen. Die blosse Angabe fertig berechneter Analysen, zumal so complicirter Aggregate, wie Schlammarten, macht solche für Andere oft nur theilweise brauchbar, räumt der Ungewissheit einen zu grossen Spielraum ein und wird Veranlassung, dass sie nur mit gerechtem Misstrauen empfangen werden können. So z. B. gibt die von Hasshagen mitgetheilte Analyse vom Wasser des Schwarzen Meeres (a. a. O., S. 13) für das Letztere eine so abnorme und sich von der allgemeinen Zusammensetzung des Meerwassers so entfernende Composition an, dass man, aus Mangel näherer Angaben, gewisser Zweifel gegen stattgefundene Irrthümer oder die Richtigkeit der angewandten Methode sich nicht erwehren kann.

So viel erhellt jedoch aus den Analysen der Produkte dieser Salzseen und Limane, dass dem vergleichenden Naturforscher, insbesondere dem geologischen Chemiker, in jenen Gegenden ein reiches und fruchtbares Feld der Forschung sich eröffnet. Nirgends vielleicht würde die Aufeinanderwirkung der Salze des Seewassers und der Bestandtheile des Bodens in der Natur selbst so gut sich studiren lassen, wie dort, in welchem Studium die wichtige Frage nach der Entstehung der die unzähligen Salzseen und den Boden der aralokaspischen Ebene erfüllenden und durchdringenden Salzgemenge ihre Lösung zu suchen hat.

X. Vergleichung der Bestandtheile des Schlammes mit den Dolomitbestandtheilen.

Wenden wir uns nun zur Erledigung der Frage, welche die erste Veranlassung zu dieser Arbeit gab, nämlich: „inwiefern lassen sich die Bestandtheile des Oeselschen Schlammes von den Dolomitbestandtheilen herleiten?“ Die Erledigung dieser Frage ist an die Erfüllung dreier Bedingungen geknüpft, sie erfordert nämlich: 1) die Kenntniss der Zusammensetzung des Schlammes, 2) die Kenntniss der quantitativen Zusammensetzung der obersilurischen Gesteine, und endlich 3) die Lösung der Frage, welche Veränderung die Dolomite durch Verwitterung und Zersetzung erleiden und wohin ihre Bestandtheile geführt werden? Die Erfüllung der ersten Forderung ist, so viel es das vorhandene geringe Material erlaubte, in dem Vorhergehenden von mir

versucht worden; hinsichtlich der zweiten, haben die in Dr. Schrenk's Abhandlung niedergelegten Dolomit- und Kalksteinanalysen zur Grundlage zu dienen. In Bezug auf die dritte, bedarf es nur der Erwähnung, dass die Natur, bei der Zerstörung der Dolomite, Kalksteine und dolomitischen Kalksteine, in ganz ähnlicher Weise verfährt, wie der Chemiker.

Nach den von Dr. Schrenk auf S. 16 u. 17, sowie auf S. 40 u. 41 seiner Schrift mitgetheilten Analysen, zerfallen diese Gesteine, bei der Behandlung mit Salzsäure, in einen löslichen Theil, welcher Kalk, Magnesia, Eisenoxyd und Eisenoxydul (als Oxydulcarbonat vorhanden gewesen) und, nach einigen Analysen (Mag. Brinkmann), auch noch Manganoxyd, Thonerde, Spuren von Chlor und Phosphorsäure enthält, und in einen unlöslichen, aus Silikaten bestehenden Rückstand.

Von diesen Bestandtheilen machen Kalk und Magnesia, unter sich in sehr wechselnden Mengen vorhanden, nebst der geringen Menge Eisens, bei Weitem die Hauptmasse des Ganzen, gegen die nur 2 bis 22 pC. betragende Menge der unlöslichen Silikate aus.

An Stelle unserer Salzsäure, bedient sich die Natur der anhaltenden Einwirkung mit Kohlensäure geschwängerten Meteorwassers, wodurch der kohlensaure Kalk, die kohlensaure Magnesia und das kohlensaure Eisenoxydul allmälig aufgelöst und fortgeführt werden. Die Silikate bleiben theils an Ort und Stelle, theils werden auch sie in geringer Menge durch die besagte Einwirkung aufgelöst, theils endlich werden sie, nebst andern Gesteinsantheilen, auf rein mechanischem Wege, durch die Gewässer mit fortgeschwemmt. Auf diese Weise gelangen die zerfallenen Bestandtheile der obersilurischen Gesteine, durch Quellen und Bäche, in die Wieken und Strandbuchten.

Die mir übergebenen Schlammproben sind nun offenbar sehr wenig geeignet, um einen Zusammenhang zwischen ihrer Zusammensetzung und den Bestandtheilen der zu Tage ausgehenden obersilurischen Felsschichten augenfällig darzuthun, wie dies beim ersten Blick auf die vorhandenen Analysen hervorgeht [1]). Denn gerade die Hauptbestandtheile jener Felsschichten, Kalk und Magnesia, sind, gegen die ganze Schlammmasse im trockenen Zustande gehalten, in einer fast verschwindenden Quantität darin vorhanden und spielen auch, der gesammten von der Säure aufgelösten Menge anderer Körper gegenüber, nur eine sehr untergeordnete Rolle. Es erklärt sich dieser Umstand aber leicht, wenn wir auf die Art der Schlammentstehung zurückblicken. Nicht das anstehende, durch die mechanisch wirkende Gewalt der Wogen zertrümmerte Gestein liefert die Hauptgrundlage des an der Küste sich aufhäufenden Detritus und Schlammes; es wird, im Gegentheil, diese Drift auch besonders noch von aussen herbeigeführt, und verdeckt, durch ihre überwiegende Masse, dasjenige, was als Endprodukt aller irdischen Dinge vom Lande kommt.

In der seichten, stillen Bucht von Rootsiküll fehlt ein heftiger Wellenschlag, geschweige denn eine eigentliche Brandung, ganz und gar, so dass nur das in die Bucht gelangt, was atmosphärische Niederschläge aus den mit Alluvialgebilden, die zum Theil selbst von früheren Anschwemmungen des Meeres herrühren, bedeckten, von häufigen Thon- und Mergellagern durchzogenen Gesteinen der Küste chemisch und mechanisch aufzulösen und wegzuschwemmen im Stande sind. Dies kann aber begreiflicher Weise nur ein Minimum gegen die grossen Massen von Sand und dergl. sein, welche die herr-

1) Siehe die Tabellen S. 145, 146 und S. 193.

schenden heftigen Südwestwinde, im Laufe der Jahrzehende, in die offene Bucht treiben und von denen gerade die specifisch leichtern, feinern, eigentlich schlammbildenden Theile (feiner Thon, Pflanzenreste und dergl.) von dem in jedem Frühjahr stattfindenden Eisgang theilweise wieder entfernt werden.

Ebensowenig eignet sich, wie man sieht, der Schlamm der Wieken zu einer solchen Parallele. Diese, früher selbst einen Theil des Seegrundes bildend und auch jetzt, bei Sturmfluthen und Ueberschwemmungen, mit dem Meere noch immer in momentanen Zusammenhang tretend, verdanken diesem den grössten Theil ihres Detritus und Schlammes. Obgleich hier die relative Menge der von der Säure aufgenommenen Substanzen schon eine weit grössere ist, so dürfte solches dennoch nicht als eine nothwendige Folge davon angesehen werden, dass die Wieken bereits seit längern Zeiträumen dem direkten Einfluss des Meeres nicht mehr so unterworfen sind, wie die Küsten, und dass daher die stets zunehmenden Verwitterungsprodukte der anstehenden Gesteine weniger von jenen accidentellen Grusmassen verdeckt werden.

Der geringe Kalk- und Magnesiagehalt unseres Schlammes rührt unzweifelhaft mit von den Dolomiten und Kalksteinen her, ist aber ebenso gewiss theilweise dem von aussen an die Ufer geschwemmten Seesand und Thon eigen. Würden wir indessen auch im Stande sein, alles dem von der See angeschwemmten Detritus Angehörige abzurechnen, so wäre immer die Menge der nachbleibenden Theile überhaupt eine so verschwindend kleine Grösse, dass die Vergleichung damit, auf Grund der angeführten Analysen, zu einer reinen Zahlenspielerei ausfiele.

Hierzu kommt noch der wichtige Umstand, dass der von

den Gesteinen des Landes herrührende Kalk und die Magnesia grösstentheils im gelösten Zustande, als kohlensaure und schwefelsaure Salze, in die Wieken und Seebuchten gelangen, dort sich zum Theil niederschlagen, meist aber, durch Umtausch ihrer Säuren, als lösliche Salze (Chlormagnesium und schwefelsaurer Kalk) in die Zusammensetzung des Meer- und Wiekenwassers eingehen und auf diese Weise der Untersuchung sich theilweise entziehen. Dadurch aber häufen sich die feinen thonigen Theile, welche durch die Verwitterung der Silikate der obersilurischen Gesteine, so wie der zahlreichen erratischen Blöcke entstanden und nun durch Säuren zersetzbar geworden sind, dem Kalk und der Magnesia gegenüber, unverhältnissmässig auf. Dies wird ersichtlich, wenn wir die sämmtliche, in dem löslichen Theil des Schlammes gefundene Menge von Kalk und Magnesia (ohne Berücksichtigung dessen, dass ein grosser Theil dieser beiden als lösliche Salze vorhanden sind) der löslichen Thonmenge (ohne die an Kieselerde gebundenen Alkalien) gegenüberstellen.

In 100 Theilen feuerbeständiger Substanz des Schlammes befinden sich durch Salzsäure aufschliessbar:

	Rootsiküll, Untergrund	Rootsiküll, Obergrund geglüht	Rootsiküll, Obergrund frisch	Arensb., Gr. Wiek
Kalk + Magnesia	0,969	1,285	1,801	4,461
Eisenoxyd + Thonerde + Kieselerde	3,432	8,795	6,539	26,566
Verhältniss des CaO und der MgO zum Thon	1 : 3,5	1 : 6,8	1 : 3,6	1 : 5,9
CaO- und MgO-Menge, die des Untergrundes als Einheit	1	1,3	1,8	4,6
Thonmenge, die des Untergrundes als Einheit	1	2,5	1,9	7,7

Hieraus ist ersichtlich, wie im Schlamme die beiden

Hauptgruppen der Dolomitbestandtheile, der Quantität nach, in gerade umgekehrtem Verhältniss vorhanden sind, wie in jenen Gesteinen.

Auch zeigt sich hieraus, was schon zu erwarten war, dass in den oberflächlichen Lagen des Schlammes die Menge löslicher Trümmermassen weit grösser sei, als in den untern, wofür auch Iwanow's Analyse spricht, und dass diese Menge da am Höchsten steigen müsse, wo sie am Wenigsten einer Vermengung mit der von der See herkommenden Drift unterliegt.

Endlich wird durch diese Zahlen der bereits früher erörterte Einfluss des vorherigen Glühens noch besonders deutlich hervortretend. Wir finden in dem frisch analysirten Schlamm des Obergrundes die Menge der Erden grösser und die der löslichen Silikate weit kleiner, als in dem vorher geglühten.

Es darf indessen aus dem Vorhergehenden keineswegs gefolgert werden, dass überall an der Oesel'schen Küste der Schlamm von gleicher Beschaffenheit sei, wie der Rootsiküllsche, und dass er daher, wie dieser, überall zu einer Vergleichung mit dem Kalk- und Magnesiagehalt der zu Tage ausgehenden Gesteine des Littorales, wegen der grossen von aussen herrührenden Driftmassen und der geringen Menge auf eigentlich mechanischem Wege zerstörten Gesteins, untauglich sei. Wenn es an den Küsten Oesels, Dago's, oder der kleinern Inseln, Lokalitäten geben sollte, wo durch Strömungen die angeschwemmte Meeresdrift wieder fortgeführt wird und das aus dem Wasser ansteigende Gestein einer lebhaften Brandung ausgesetzt ist, in Folge dessen es eine starke mechanische Zerstörung erleidet, so werden sich am Fusse dieser Uferfelsen, oder in den zunächst gelegenen Buchten, Trümmermassen in Form von Sand und Schlamm aufhäufen, welche, verhältnissmässig nur wenig mit anderem Grus gemengt,

durch ihre Zusammensetzung ihre Herkunft von jenen Gesteinen wesentlich beurkunden werden. Für die Möglichkeit solcher Thatsachen sprechen ähnliche allgemeine Vorkommnisse an andern Küsten, wo die ebengenannten ursächlichen Bedingungen in reichem Maasse wirksam sind. Betrachten wir so z. B. die Resultate der von Herapath[1]) angestellten Analysen des an den Küsten von Devonshire und Cornwall entstehenden Seeschlammes und Sandes, welche in jenen Gegenden von den englischen Landwirthen massenweise zur Düngung ihrer Felder benutzt werden. Unter der Rubrik *a*) ist der Seesand aus der Bucht von Ilfracombe, unter *b*) sogenannter *Corallines* (Seeschlamm) begriffen; beide sind am Strande von Devonshire und Cornwall gleichmässig verbreitet.

	a) Seesand.	*b*) Corallines.
Wasser	0,500	2,010
Lösliche Salze[2])	0,300	Spur
Organische Materie	2,420	9,040
Kohlensaurer Kalk	47,438	84,257
Kohlensaure Magnesia	0,097	1,373
Schwefelsaurer Kalk	Spur	Spur
Phosphorsaurer Kalk	0,025	0,100
Eisenoxyd	0,460 (Eisenoxyd und Thonerde)	0,820
Thonerde		—
Fluorcalcium	—	Spur
Sand und Kieselerde	18,760	2,400
	100,000	100,000

1) Chemical Gazette, 1848, S. 342.

2) Die löslichen Salze bestehen hauptsächlich aus Chlornatrium, schwefelsaurem Natron, schwefelsaurer Magnesia und etwas schwefelsaurem Kali; Nr. *a*) gab 0,1845 pC. Stickstoff, aequival. 0,224 Ammoniak; Nr. *b*) gab 0,689 pC. Stickstoff, entsprechend 0,837 pC. Ammoniak.

Man ersieht aus dieser Zusammensetzung, dass Beides ein reines Produkt der Zerstörung der anstehenden Kalkfelsen ist, nur wenig mit anderem Detritus gemengt. Die West- und Südküsten Englands unterliegen dieser Zerstörung, durch die starken Brechwogen und die heftigen West- und Südwestwinde, in hohem Grade (de la Bêche); sie werden aber bald von dem auf diese Weise entstandenen Detritus befreit, indem solcher in grossen Massen an die gegenüberliegenden Küsten Frankreichs und Hollands gespült wird, wo er die Häfen versandet und zu einer grossartigen Dünenbildung Veranlassung gibt.

Geht man daher darauf aus, die Zersetzungsprodukte unserer Dolomite, und zwar deren Hauptbestandtheile, in hervorstechender Menge im Seeschlamme oder Sande wiederfinden zu wollen, so sind dazu andere Orte auszuwählen, bei welchen jene vorhin aufgezählten störenden Einflüsse und Bedingungen möglichst wegfallen. Die nach Süden und Westen zu gelegenen Buchten und Wieken aber werden dazu gewiss am Wenigsten tauglich sein.

Schliesslich mag hier noch angeführt werden, dass, wenn man den in Salzsäure unlöslichen Rückstand des Schlammes der Grossen Wieck in der Art berechnet, wie die unlöslichen Rückstände von Gesteinen, Erdarten und dergl. berechnet zu werden pflegen, d. h. wenn man, wie dies hier geschehen ist, die amorphe Kieselerde und das als Schwefelkies vorhanden gewesene Eisenoxyd nicht abzieht, dieser Rückstand fast die Zusammensetzung des in gleicher Weise berechneten, von Prof. Schmidt analysirten unlöslichen Antheils des Dolomits von Fennern [1]), wenigstens in Bezug auf die Hauptbestandtheile, erhält.

---

1) Dr. Schrenk, a. a. O., S. 22.

Arensburger Grosse Wiek,

Unlöslicher Rückstand (nebst der löslichen Kieselerde und dem als FeS_2 vorhanden gewesenen Eisenoxyd).

Kieselerde . . .	76,05
Thonerde . . .	11,44
Eisenoxyd . .	6,87
Kalk	1,86
Magnesia . . .	0,10
Kali	2,54
Natron	0,65
	99,41

Fennern-Dolomit,

Unlöslicher Rückstand.

Kieselerde . .	77,04
Thonerde . .	10,94
Eisenoxyd . .	7,39
Magnesia . .	0,55
Organ. Bestandtheile, Wasser und Verlust	4,08
	100,00

Es ist von selbst klar, dass dieser vereinzelt stehende Fall einer vielleicht nur zufälligen grossen Aehnlichkeit uns noch nicht das mindeste Recht auf die Entwickelung nahe liegender Schlussketten gestattet.

Berichtigung.

In dem zehnten und elften Druckbogen sind die angeführten Seitenzahlen, durch einen Irrthum, auf die entsprechende Seitenzahl der Separatabdrücke bezogen worden. Man lese also auf

Seite 148	Zeile 8 von unten,	statt: S. 35	. .	S. 147.
— 153	— 15 von oben,	statt: S. 19	. .	S. 136.
— 174	— 9 von unten,	statt: S. 49	. .	S. 161.
— 175	— 2 von oben,	statt: S. 14	. .	S. 126.

Inhalt.

III.

Ueber das Bedingende der Färbung in den grauen und gelben Dolomiten und Kalksteinen der obern Silurischen Gesteingruppe Liv- und Ehstlands.

Von Adolph Goebel.

(Vorgetragen im März 1854.)

Es war natürlich, dass ich, nach Beendigung meiner Analysen des Oeselschen Seeschlammes, von den Eigenschaften, der Zusammensetzung und dem chemischen Verhalten unserer bereits von Mehrern untersuchten, obersilurischen Dolomite durch eigene Anschauung mich zu unterrichten suchte, wobei ich auf einige Thatsachen stiess, die mit bisherigen allgemeinen Ansichten nicht in Einklang zu setzen sind. Hinsichtlich der allgemeinen, bis jetzt bekannten, chemischen Zusammensetzung dieser obersilurischen Gesteine, ist bereits S. 230 das Nöthige gesagt worden. In Bezug auf die Farbe aber, können dieselben, nach Dr. Schrenk's Gruppirung, in zwei grosse Varietätenreihen, die gelben und die grauen Dolomite und Kalksteine, geschieden werden, Varietäten, die in einer und derselben Schicht, in einem und demselben Gesteinsblock, ohne eine allmälige Abstufung in der Farbe, in einander übergehen. Welche successiven Veränderungen nun durch Einwirkung der Atmosphärilien in dem Ansehen der ursprünglich dunkelgrauen, blaugrauen Dolomite und Kalksteine vor sich gehen, kann ich unmöglich besser, als mit den eigenen, auf Autopsie in der Natur

gegründeten Worten Dr. Schrenk's wiedergeben, welche daher, um Wiederholungen zu vermeiden, nebst den von ihm gegebenen Erklärungen für jene Veränderungen, auf S. 24 bis 30 und S. 43 seiner Schrift aufmerksam zu vergleichen sind.

Gewisse scheinbare Analogieen in dem Verhalten des in Säuren unlöslichen Rückstands der Dolomite und des Wiekenschlammes brachten mich auf die Vermuthung, dass jene, ähnlich wie der Schlamm, Doppelt-Schwefeleisen im amorphen, höchst fein vertheilten Zustande enthalten könnten, welche Voraussetzung in der That durch das Experiment sich bestätigte, durch welche Thatsache aber alle jene ebenerwähnten Erscheinungen, in Bezug auf das Aussehen der Dolomitgesteine, einer wesentlich andern Deutung unterliegen. Alle im Folgenden von mir untersuchten Dolomite waren von Dr. Schrenk an den angeführten Fundorten gesammelt und mir zur Benutzung mitgetheilt worden.

I. 18,666 gr. grauen, dichten Dolomits von Rootsiküll gaben, in Salzsäure gelöst, 3,612 gr. ausgewaschenen, bei 110° trockenen Rückstands. Davon gaben 3,568 gr., mit schwefelsäurefreiem Salpeter und Aetznatron geschmolzen, nach Abscheidung der löslichen Kieselerde, durch Eindampfen, und der Salzsäure, 0,3733 schwefelsauren Baryt [1]). Die salzsaure Lösung gab, mit Chlorbarium versetzt, ebenfalls einen nicht ganz unbedeutenden Niederschlag von 0,2568 gr.

II. 11,922 gr. gelben, krystallinischen Dolomits von Ohlo (nordwestlich unweit Arensburg) gaben in der salzsauren Lösung

1) Damit keine schwerlösliche Doppelverbindung von schwefelsaurem und salpetersaurem Baryt sich bildete (Mitscherlich), wurde hier, wie in allen schon vorhergegangenen und nachfolgenden Bestimmungen, der in der sehr verdünnten sauren Lösung durch Chlorbarium erhaltene Niederschlag, nach dem Abgiessen der darüberstehenden grossen Flüssigkeitsmenge, mit verdünnter Salzsäure ausgekocht und mit siedendem Wasser vollständig ausgewaschen.

0,008 gr. schwefelsauren Baryts, ferner 1,040 gr. unlöslichen Rückstand, wovon 1,007, mit Salpeter und Natron behandelt, 0,0242 gr. schwefelsauren Baryt gaben.

Der in Salzsäure unlösliche Rückstand des grauen Dolomits von Rootsiküll hatte, im nassen (ausgewaschenen) wie in trockenen Zustande, aufs Täuschendste das Ansehen und, mit Ausnahme des thonigen Geruchs, die äussern Eigenschaften des Schlammes der Grossen Wick. Seine schwärzlichgraue, ins Grünliche ziehende Färbung zeigte sich, unter dem Mikroskop, durch das Vorhandensein amorpher grauer Flocken und dichter schwärzlicher Körnchen bedingt, letztere meist von einer Kleinheit, dass sie die zitternde Molecularbewegung zeigten. Diese Flocken und Körnchen fanden sich den bei Weitem die Hauptmasse des Ganzen ausmachenden farblosen und durchsichtigen Quarzkörnchen untermengt. Die Kieselerdekörnchen überstiegen nicht die Grösse von 0,2 mm. und waren zum Theil so fein, dass sie, beim Aussüssen des unlöslichen Rückstands mit destillirtem Wasser, durch das Filtrum gingen. Durch Hinzufügung von etwas Säure zur Waschflüssigkeit, wurde dieser Uebelstand indess völlig aufgehoben und die Flüssigkeit ging klar durch das Filter. Nach dem Glühen, war der unlösliche Rückstand braunroth und die Flocken und Körnchen waren unter dem Mikroskop nicht mehr sichtbar, statt dessen aber braunrothe Massen Eisenoxyds, mit denen auch die Quarzkörnchen theilweis überzogen und zusammengekittet erschienen.

Der unlösliche Rückstand des gelben Dolomits von Ohlo hatte dagegen, im nassen Zustande, eine schmutzigrothbraune Farbe, ebenfalls schlammige Consistenz und zeigte sich unter dem Mikroskop auch, der Hauptmasse nach, aus farblosen Quarzkörnern bestehend; dieselben waren jedoch durchschnittlich drei- bis viermal grösser, als die des grauen

Dolomits von **Rootsiküll**; auch waren sie zum Theil mit einer röthlichgelben Schicht von Eisenoxyd umzogen, woher auch die Farbe der Gesammtmasse rührte; amorphe Flocken, wie bei I., fanden sich weniger, auch waren solche nicht grau, sondern braun gefärbt; schwarze, undurchsichtige Molecule nahm ich fast gar nicht mehr wahr. Beim Durchsuchen mit der Loupe jedoch, fanden sich zwei deutlich erkennbare, metallglänzende, in einander verwachsene, würfelförmige Krystalle von Schwefelkies vor. Nach organisirten Formen, Kieselpanzern, oder deutlich erkennbaren Trümmern derselben, suchte ich in beiden Rückständen vergebens.

Diese Beschreibung der mikroskopischen Gemengtheile des unlöslichen Rückstands der Dolomite gilt im Wesentlichen für alle von mir untersuchten Proben. Die geringen Unterschiede waren fast nur in dem verschiedenen Grade der stattgehabten Verwitterung und der davon abhängigen Grösse der Quarzkörnchen bedingt.

Noch muss ich erwähnen, dass, beim Uebergiessen des grauen Dolomits mit Salzsäure, neben dem Kohlensäuregeruch, ein starker bituminöser Geruch hervortrat. Dieser, vielleicht allen Gesteinen, welche zersetzte organische Substanzen enthalten, eigenthümliche Geruch zeigte sich nur wenig bei den hellern Proben, gar nicht bei den rein gelben.

Die Säure schied aus den grauen Dolomiten Spuren organischer Substanz in wenigen dunkeln, unreinen Flöckchen, die auf und in der Flüssigkeit schwammen, ab. Nach dem Uebergiessen der Dolomitproben mit Salzsäure, wurde über die Mündung des Gefässes gehaltenes, mit essigsaurer Bleilösung getränktes Papier nicht im Mindesten gefärbt. Wurden die Dolomite gepulvert und mit dem Magnet durchsucht, so blieb nicht das Mindeste an diesem hängen, auch der in Salzsäure

unlösliche, ausgewaschene und getrocknete Rückstand gab jenem Nichts ab.

Die von der Schwefelbestimmung nachbleibenden, ausgewaschenen, grösstentheils aus Kieselerde bestehenden, meist rein weissen Rückstände wurden stets auf Titansäure geprüft, nie aber gaben sich die Reactionen derselben kund.

Alle diese Versuche wurden mit jeder der einzelnen Proben wiederholt und ergaben stets dasselbe Resultat. Hieraus erhellt die gänzliche Abwesenheit des Magneteisens, Magnetkieses und Titaneisens in den Dolomiten.

Unter der Loupe deutlich erkennbarer, krystallisirter Schwefelkies wurde, ausser in dem bereits genannten Falle (gelber Dolomit von Ohlo), nirgends gefunden, was, wenn es der Fall gewesen wäre, nicht weiter hätte auffallen können, da diese Gesteine mitunter häufige Schwefelkieskrystalle, oft von nicht unbedeutender Grösse, zu enthalten pflegen. Auch liessen die mir zur Verfügung stehenden Handstücke, beim Zertrümmern, Nichts von jenen Krystallen wahrnehmen.

III. 18,178 gr. weissgrauen Dolomits von Rootsiküll, mit *Eurypterus remipes,* gaben, in Salzsäure gelöst, 3,640 unlöslichen Rückstand; davon gaben 3,554 gr. 0,2917 schwefelsauren Baryt, ferner 0,1927 BaO, SO_3 in der salzsauren Lösung.

IV. 25,245 gr. grauen Dolomits, von ebendaher, lieferten 5,109 gr. unlöslichen Rückstands, ferner 0,3503 BaO, SO_3 in der Lösung; 5,040 gr. unlöslichen Rückstands gaben 0,4647 BaO, SO_3.

V. 18,443 gr. aschgrauen, krystallinischen Dolomits vom Ojo-Pank, von bedeutender Härte und Tenacität, gaben 2,998 gr. unlöslichen Rückstands, ferner 0,0182 BaO, SO_3 in der Lösung; 1,9 gr. des Rückstands gaben 0,1407 BaO, SO_3.

VI. 21,082 gr. desselben Gesteins, von etwas dunklerer Färbung, gaben 3,528 gr. unlöslichen Rückstands, ferner 0,0207 BaO, SO_3 in der Lösung; 3,378 gr. des Rückstands gaben 0,4045 gr. BaO, SO_3.

VII. 10,871 gr. desselben gaben 2,031 gr. unlöslichen Rückstands; davon gaben 2,0 gr. 0,2302 BaO, SO_3.

VIII. 26,839 gr. gelblichen, feinkrystallinischen Dolomits von Tuttomäggi gaben 4,09 gr. unlöslichen Rückstands, 0,0197 BaO, SO_3 und, nach Abscheidung des Letztern, 0,0213 Kieselerde in der Lösung; ferner 0,0287 BaO, SO^3 aus 3,897 gr. des unlöslichen Rückstands. Die Probe war aus einem Handstück geschlagen, welches den obersten, der Luft ausgesetzten Theil eines Felsblocks bildete; die äussere, der Luft zugekehrte Fläche dieses Handstücks war von etwas zerfressenem Ansehen und von einer dünnen Schicht Eisenoxyd und beginnender Flechtenvegetation stellweis dunkler gefärbt. Fünf Viertel Zoll von dieser Oberfläche begann, ihr parallel und scharf abgeschnitten, die graublaue Masse des innern Gesteins.

IX. 22,808 gr. grauen Dolomits von ebendaher, an die obere gelbliche Schicht hart angrenzend, gaben 3,1433 gr. unlöslichen Rückstands, ferner 0,0517 BaO, SO_3 und 0,0177 gr. Kieselerde aus der sauren Lösung; 3,026 gr. unlöslichen Rückstands gaben 0,3538 BaO, SO_3.

X. Ein Handstück eines gelben, krystallinischen Dolomits von Ohlo, welches einzelne horizontale Streifen von dunkel rothgelber Farbe enthielt, die den in einem zweiten grauen, aus dem Innern desselben Felsblocks stammenden Handstück befindlichen horizontalen Streifungen von dunkel aschgrauer Farbe entsprachen, wurde pulverisirt und gleichförmig gemengt. 25,310 gr. dieses gelben Gesteins gaben

4,070 unlöslichen Rückstand; die ClH-Lösung gab 0,0246 BaO, SO_3 und 0,0173 Kieselerde; 4,0 gr. des Rückstands gaben 0,0268 BaO, SO_3.

XI. 14,270 gr. des pulverisirten, ebenerwähnten, dunkelaschgrauen Dolomits von Ohlo gaben 1,915 unlöslichen Rückstand; die ClH-Lösung gab 0,0396 BaO, SO_3; 1,88 gr. des Rückstands gaben 0,224 BaO, SO_3.

Schwefelsäure- und Schwefelkiesgehalt der Dolomite.

		Hundert Theile Dolomit enthalten:					In 100 Th. des lösl. Antheils.	In 100 Theilen des unlöslichen Rückstands.	
		In Salzs. unlöslich. Rückst.	In der ClH-Lösung		Im unlösl. Rückstand.				
			Schwefelsäure.	Kieselerd.	Schwefel.	Schwefelkies.	Schwefelsäure.	Schwefel.	Schwefelkies.
I.	Grauer Dol. von Rootsiküll	19,34	0,4722	—	0,2778	= 0,521	0,5854	1,436	= 2,693
II.	Gelber Dol. von Ohlo	8,72	0,0671	—	0,02876	= 0,0539	0,0735	0,330	= 0,6186
III.	Grauer Dol. von Rootsiküll	20,02	0,3640	—	0,2256	= 0,423	0,4360	1,1268	= 2,113
IV.	Derselbe	20,23	0,4762	—	0,2560	= 0,480	0,5970	1,2656	= 2,373
V.	Grauer Dol. vom Ojo-Pank .	16,25	0,0338	—	0,1652	= 0,310	0,0422	1,0166	= 1,906
VI.	Derselbe, dunkler	16,73	0,0337	—	0,2752	= 0,516	0,0405	1,644	= 3,082
VII.	Derselbe, desgleichen	18,68	—	—	0,2952	= 0,553	—	1,580	= 2,962
VIII.	Gelber Dol. von Tuttomäggi	15,23	0,0252	0,0792	0,0154	= 0,0288	0,0297	0,101	= 0,189
IX.	Grauer Dol. von Tuttomäggi	13,78	0,0778	0,0779	0,2212	= 0,415	0,0902	1,6072	= 3,009
X.	Gelber Dol. von Ohlo	18,98	0,0334	0,0683	0,0174	= 0,0327	0,0412	0,092	= 0,175
XI.	Grauer Dol. von Ohlo	13,42	0,0952	—	0,2195	= 0,4115	0,1111	1,6358	= 3,067

Löslicher Eisengehalt der Dolomite, nach Dr. Schrenk (a. a. O. S. 16).

	Summe des Eisen-Oxyds.	Als Oxydul.	Als Oxyd.
Grauer Dol. von Ojo-Pank . .	2,91	1,72	1,19
Grauer Dol. von Rootsiküll .	2,76	1,63	1,13
Gelber Dol. von Tuttomäggi . .	0,98	—	—
Grauer Dol. von Tuttomäggi .	1,26	—	—

Aus diesen Bestimmungen ist nun zuvörderst die Thatsache unzweifelhaft festgestellt, dass die Dolomite Doppelt-Schwefeleisen in höchst feinvertheiltem, amorphem Zustande enthalten, und dass die blaugraue Färbung dieser Gesteine hauptsächlich von diesem Körper, nicht aber von deren Gehalt an organischer Substanz bedingt sei. Die Nüancirungen in der Farbe der Dolomite, aus dem Grauen, durch das Weissgraue, ins Hellgelbe und Ocherfarbene, sind lediglich von dem mehr oder minder zersetzten Zustand des Schwefelkieses abhängig. Denn dass die organische Substanz in ihnen wol Nichts zum Eindruck der Gesammtfärbung beitragen dürfte, erhellt aus deren ausserordentlich geringer Menge, wobei nicht zu vergessen ist, dass ihre aus dem Glühverluste im unlöslichen Rückstand bestimmte Menge die wirkliche noch übertrifft, indem, beim Glühen, nicht nur die organische Substanz zerstört, und ein Theil des Schwefelkieses, unter Verlust von einem Drittel des ursprünglichen Gewichts, in Eisenoxyd verwandelt wurde, sondern auch die amorphe Kieselerde ihr chemisch gebundenes Wasser verlor. Berücksichtigt man diese Umstände, so möchte die Menge der organischen Substanz in vielen Fällen geradezu als unwägbar anzunehmen sein. Es erhellt auch aus den von Dr. Schrenk mitgetheilten Analysen zur Genüge, dass die als organische Substanz angegebene Menge des Glühverlustes keineswegs im Einklange mit der Färbung der Dolomite stehe, sondern vielmehr von der Stärke und Dauer des Glühens abhängig, ungleiche, von der ebengenannten Ursache herrührende Grössen geben musste. So gaben die gelblichen, bei 110° trockenen Gesteine von Linden und von Tuttomäggi 0,31 und 0,46 pC. Glühverlust als organische Bestandtheile, während der graulichweisse Dolomit

von Kuigaug 0,33, die grauen Gesteine von Werder 0,04, von Linden 0,34, von Tuttomäggi 0,51, von Pallokülla 0,03, von Ficht 0,06 gaben. Auch ist der Unterschied in dem Glühverlust der verschieden gefärbten Schichten eines und desselben Handstücks nur sehr unbedeutend [1]), während der Schwefelkies- und Schwefelsäuregehalt auf eine schlagende Weise Hand in Hand mit der Färbung des Gesteins geht.

Dass endlich die geringen Quantitäten organischer Substanz ganz ohne Einfluss auf die Färbung unserer obersilurischen Gesteine sind, dürfte nicht nur durch die ebenangeführten Data, nach welchen die gelben Gesteine oft noch das Vielfache der in manchen grauen eingeschlossenen organischen Bestandtheile enthalten, bewiesen sein, sondern auch durch den Umstand, dass die blendendweisse Kreide der Champagne, welche, wie alle Kreide, notorisch Einschlüsse organischer Natur von mikroskopischer Kleinheit führt, nach Wittstein [2]), in bei 110° trockenem Zustande, ebenfalls 0,13 pC. derselben enthält.

Von diesem Vorkommen fein vertheilten Schwefelkieses wird eine Anzahl anderer Erscheinungen, die in innigem Zusammenhange damit stehen, nothwendig bedingt.

Wo der beständig wirkende Einfluss der Atmosphärilien zu den dolomitischen Gesteinen freien Zutritt hat, also an den der Luft zunächst ausgesetzten Flächen derselben, wird das fein vertheilte Doppelt-Schwefeleisen offenbar allmälig in schwefelsaures Eisenoxydul verwandelt [3]), dadurch aber leicht er-

---

1) So der Dolomit von Linden, welcher in den untersten gelben Schichten 0,33, in den innern grauen 0,34 pC. organ. Bestandtheile enthielt, s. Schrenk's Tabelle a. a. O., S. 16 u. 17.

2) Buchner, Repert. der Pharm. III, S. 150. (1848.)

3) Dass der Schwefelkies in den Dolomiten keiner Reduction, sondern nur einer Oxydation unterliegt, folgt schon aus dem Umstande, dass, beim

klärliche Vorgänge durch Wechselzersetzung bewirkt, indem die Schwefelsäure ihr gleiches Aequiv. Kohlensäure aus den Dolomiten austreibt und, als Gyps oder Bittersalz, mit Leichtigkeit ausgewaschen wird, während das Eisenoxydul, zuerst von der Kohlensäure gebunden, durch Einwirkung des vom Wasser absorbirten Sauerstoffs, in Eisenoxydhydrat sich umwandelt und meist an Ort und Stelle bleibt, zum Theil aber auch schon als kohlensaures und schwefelsaures Salz ausgewaschen wird.

Daraus folgt, dass die in der salzsauren Lösung befindliche Schwefelsäure, den noch vorhandenen Rest des aus dem Schwefelkies gebildeten Gypses repräsentirend, lange nicht hinreichend sein wird, um dem vorhandenen Eisenoxyd zur Schwefelsäureform zu genügen, was sich auch bei Betrachtung der obigen Tabellen deutlich zeigt.

Ob aber alles von den Dolomiten in die Lösung übergehende Eisenoxyd von dem Schwefelkies herstamme, ist eine andere Frage, die offenbar in allen den Fällen verneint werden muss, wo kohlensaures Eisenoxydul, als solches, einen Theil des isomorphen Magnesia- oder Kalksalzes ersetzend, in den Dolomiten vorhanden ist. Die von mir direkt bestimmte Gesammtmenge der Kohlensäure des grauen Dolomits von Rootsiküll, mit *Eurypterus remipes,* ergab sich nicht einmal hinreichend zur Sättigung allen Kalks und aller Magnesia, welcher Umstand uns daher entweder jeden Gedanken an die Existenz eines kohlensauren Eisenoxyduls in grösserer Quantität verbieten würde, oder aber auf das Vorhandensein einer dritten Säure im Dolomit schliessen liesse. Dagegen ergab der graue

---

Uebergiessen mit Säuren, keine Spur von Schwefelwasserstoffgas entwickelt wird. Daraus folgt auch die gänzliche Wirkungslosigkeit der in ihnen enthaltenen organischen Substanz.

Dolomit vom Ojo-Pank eine grössere Menge Kohlensäure als zur Sättigung des sämmtlichen Kalks, der Magnesia und des Eisenoxyduls nöthig ist, welches Resultat, für den Fall, dass das von Dr. Schrenk und mir untersuchte Stück wirklich von einem und demselben Gesteine stammte, die Existenz des ursprünglich vorhandenen Eisenoxydulcarbonats rechtfertigt. Folgende Kohlensäurebestimmungen wurden mittelst eines etwas modificirten Schaffner'schen Apparats ausgeführt.

I.	1,175 gr.	grauer Rootsik.	Dolomit	gab,	mit Salpeters.	zersetzt,	0,415	CO_2
II.	1,003	—	—	—	Salzsäure	—	0,3605	CO_2
III.	0,976	—	—	—	—	—	0,336	CO_2
IV.	0,810	—	—	—	—	—	0,286	CO_2

I.	1,122 gr.	grauer Dol.	vom Ojo-Pank	gab,	durch Salzs.	zersetzt,	0,429	CO_2
II.	0,985	—	—	—	—	—	0,373	CO_2
III.	0,709	—	—	—	—	—	0,264	CO_2

In 100 Theilen:

I.	35,32	Kohlensäure	I.	38,23	Kohlensäure
II.	35,94	—	II.	37,87	—
III.	34,43	—	III.	37,23	—
IV.	35,31	—	Mittel	37,77	—
Mittel	35,25	—			

Die aus den Analysen Dr. Schrenk's berechnete Gesammtquantität der an Kalk, Magnesia und Eisenoxydul gebundenen Kohlensäure des grauen Dolomits von Rootsiküll beträgt 36,395 pC., die des grauen Gesteins vom Ojo-Pank 36,704. Da jene Differenz in dem Kohlensäuregehalt des grauen Dolomits von Rootsiküll sich nicht anders erklären liess, als durch die Annahme, dass ein Theil der löslichen Basen vielleicht an Kieselerde gebunden sei, so wurden beide Dolomite darauf geprüft.

1,773 gr. des bei 110° trockenen unlöslichen Rückstands des grauen Dolomits von Rootsiküll gaben, mit Sodalösung

ausgekocht, 0,131 gr. Kieselerde = 1,465 pC. des ganzen Gesteins.

Die aus dem grauen Gestein vom Ojo-Pank durch Sodalösung ausgezogene Menge Kieselerde betrug, schon dem Ansehen nach, weit weniger; ihre quantitative Bestimmung wurde indessen durch einen Unfall gehindert und nicht wiederholt, da es mir fürs Erste nur darum zu thun war, mich von den Thatsachen zu überzeugen, die einen Bezug auf die Zusammensetzung der Dolomite hatten.

Aus dieser grossen Menge löslicher Kieselerde des grauen Dolomits von Rootsiküll ist nun aber ersichtlich, dass nicht nur eine gewisse Quantität durch Säuren zersetzbarer Silikate, sondern auch amorphe, von bereits zersetzten Silikaten herrührende Kieselerde in nicht ganz unbedeutender Menge vorhanden sei. Dieser Umstand erklärt die Eigenschaft vieler Dolomite an der Luft zu erhärten, indem in ihnen ein reiner Vorgang der Cämentation stattfindet, was, unter Andern, z. B. mit dem von Dr. Schrenk [1]) geschilderten Dolomit von Kuigaug, „dem bedeutendsten der Steinbrüche Oesels," sicherlich der Fall ist; dieser ist „in seinen untern Schichten ein graulichweisses, dichtes Gestein, ohne eine Spur von organischen Einschlüssen, auf seiner Lagerstätte so weich, dass er mit dem Beile sich bearbeiten lässt, an der Luft aber bedeutend erhärtend."

Wenn aus dem Nichtgenügen der Kohlensäuremenge zur Neutralisation aller löslichen Basen, so wie aus dem Umstande, dass wir Eisenoxydul und Eisenoxyd in der salzsauren Lösung haben, geschlossen werden muss, dass ein Theil jener Basen an Kieselerde gebunden war, so dürfte dies vorzüg-

1) Schrenk, a. a. O., S. 28.

lich von dem Eisenoxydul gelten, dessen grosse Verwandtschaft zur Kieselerde, bei der Ausführung von Analysen, sich uns bekanntlich oft auf eine fühlbare und störende Weise zu erkennen gibt. Das lösliche Eisenoxyd rührt mithin keineswegs einzig und allein von dem Schwefelkies her, sondern ist zum Theil aus der Zersetzung der Eisenoxydulverbindungen entstanden. Nach Dr. Schrenk's Analyse, enthält der Dolomit von Rootsiküll 2,76 pC. Eisenoxyd im löslichen Theile, wovon aber nur 1,13 pC., als solches, vorhanden waren. Von diesen 1,13 pC. sind nun mindestens 0,237, der gefundenen Gypsmenge entsprechend, aus dem Schwefelkies hervorgegangen, welche Zahl indessen gewiss viel zu klein ist, da der gebildete Gyps zum Theil ausgewaschen wird, während das Eisenoxyd grösstentheils an Ort und Stelle verbleibt.

Dass endlich auch freies Eisenoxyd, ursprünglich als solches, in den grauen Dolomiten vorhanden sei, hat an sich nicht die mindeste Unwahrscheinlichkeit, da deren unlösliche Bestandtheile den reinen Charakter eines Thones tragen, ein solcher aber gewöhnlich von freiem Eisenoxyd begleitet zu sein pflegt. Das Eisen ist somit in mindestens vier verschiedenen Formen im löslichen Anheil der Dolomite enthalten: als Oxydulcarbonat und -Silikat, als ursprünglich freies und endlich als aus der Zersetzung der andern Eisenverbindungen hervorgegangenes Eisenoxyd. Es ist klar, dass die Bestimmung des quantitativen Verhältnisses dieser vier Formen eine Unmöglichkeit ist, auch an sich keinen Werth haben kann, da es genügt die Menge des in beiden Oxydationszuständen überhaupt vorhandenen Eisens, so wie die des Schwefelkieses, zu ermitteln.

Nach dem Vorhergehenden, ist die bedeutende Menge des Schwefelkieses in den grauen Dolomiten, gegenüber sol-

cher in den gelben, selbstverständlich. Es wird ferner dasselbe Gestein in seinen untern Schichten stets eine grössere Gesammtmenge von Eisen darbieten, als in den obern[1]), während in diesen die relative Menge des Eisenoxyds solche in den untern und grauen Schichten übertreffen muss, welche Voraussetzung, bei der Ansicht der Eisenmengen in der von Dr. Schrenk mitgetheilten Tabelle von Dolomitanalysen, im Wesentlichen sich bestätigt[2]).

Endlich prüfte ich die obersilurischen Dolomite noch auf einen Gehalt an Alkalien, Chlor und Phosphorsäure. Bei der Analyse des grauen Gesteins von Tuttomäggi, ergaben sich, unter den in Salzsäure löslichen Bestandtheilen, 0,181 pC. Kali und 0,172 pC. Natron. Der graue Dolomit von Ohlo enthielt 0,210 pC. Kali und 0,056 pC. Natron. Zieht man den gepulverten Dolomit mit Wasser aus, so sind die Alkalien in dem wässerigen Auszuge nachweisbar (s. weiter unten). Silberlösung trübte den salpetersauren Auszug der gelben Gesteine von Ohlo und Tuttomäggi nicht merklich, während in dem der sämmtlichen grauen stets eine geringe Fällung bewirkt wurde.

Ein Gehalt an Phosphorsäure war in allen von mir darauf untersuchten obersilurischen Dolomiten (von Rootsiküll, Ojo-Pank, Tuttomäggi und Ohlo), vermittelst des Reagens von

1) Durch die beständige Infiltration der atmosphärischen Gewässer, werden die Oxydulverbindungen des Eisens aus den obern Gesteinschichten in die untern geführt und daselbst aufgehäuft, während zugleich eine Oxydation aller Eisenverbindungen in um so höherem Masse stattfindet, je näher sich die Schichten der Luft befinden.

2) Schrenk, a. a. O., S. 16 u. 17, vergl. die Eisenmengen in den obern und untern Schichten der Dolomite von Linden und Tuttomäggi, so wie den bedeutenden Eisengehalt der grauen Gesteine von Fennern, vom Manedi-Gesinde auf Moon, vom Ojo-Pank und Rootsiküll auf Oesel, gegenüber dem der gelben von Kuiwast auf Moon, Addafer und Woisek in Nordlivland.

Sonnenschein, mit Leichtigkeit nachweisbar, und zwar war der nicht ganz unbeträchtliche Niederschlag, welchen die ammoniakalische Molybdänsäurelösung im salpetersauren Auszuge der Dolomite hervorbrachte, bei den grauen Varietäten meist bedeutender, als bei den gelben. Zufolge zweier Bestimmungen, nach der neuen Methode von Alvaro Reynoso [1]), gaben 9,105 gr. grauen Dolomits von Ohlo 0,033 PO_5 und 7,20 gr. desselben Gesteins 0,0237 PO_5, also 0,373 und 0,329, im Mittel 0,351 pC. Phosphorsäure.

Dieser Gehalt der grauen Dolomite an fein vertheiltem Doppelt-Schwefeleisen, so wie an löslichen Alkalisalzen, dürfte die Hauptursache ihrer wasseranziehenden Kraft sein, vermöge deren sie den Namen der „Wasserfliesse“ tragen [2]). Denn, abgesehen davon, dass feinzertheilter Eisenkies, wie sämmtliche andern Schwefelmetalle in dem entsprechenden Zustande, schon für sich feuchtigkeitsanziehend wirkt, um seiner Neigung zur Zersetzung zu genügen, so werden die durch seine Oxydation gebildeten, leichtlöslichen, schwefelsauren Salze so lange wasserbindend wirken, bis sie durch einen Ueberschuss desselben völlig ausgelaugt sind, was nur sehr langsam erfolgen kann. Es wird daher in den untern, grauen Gesteinen, den Wasserfliessen, stets eine weit grössere Menge freier schwefelsaurer Salze vorhanden sein, als in den obern, gelben, wie dies aus den gemachten Bestimmungen insbesondere bei Betrachtung der in mancher Hinsicht lehrreichen Gesteine

1) Durch mehrere quantitative Probeversuche hatte ich mich schon vorher überzeugt, dass jene Methode Reynoso's zur Bestimmung der Phosphorsäure, mittelst metallischen Zinnes und Salpetersäure, wenn sie mit reinem Material und der gehörigen Vorsicht ausgeführt wird, in der That völlig befriedigende Resultate liefert. Die gefundenen Werthe fielen um Weniges zu niedrig aus.

2) Vergl. auch Schrenk, a. a. O., S. 24 u. 26.

von Tuttomäggi und Ohlo, auch in der That hervorgeht (s. die Tabelle). Dass der Thongehalt der Dolomite, d. h. ihr Gehalt an unlöslichen Bestandtheilen, an sich, Nichts dazu beiträgt, ihnen die Eigenschaft zu ertheilen, viel Feuchtigkeit aufzunehmen und in sich festzuhalten, zeigt sich schon daraus, dass dieser Thongehalt in vielen der obersilurischen grauen Gesteine ein sehr unbedeutender ist (s. die Analysen bei Schrenk, a. a. O.), so wie auch aus dem Umstande, dass, in einem und demselben Stück oder Block, die gelbe obere Schicht einen weit bedeutendern Thongehalt zeigt, als der darunter angrenzende, graue Wasserfliess (Gesteine von Tuttomäggi und Ohlo).

Es ist mithin erklärlich, weshalb die gelben Schichten, welche die Einwirkung der Atmosphärilien bereits erfahren haben und, durch solche, des bei Weitem grössten Theils ihres Schwefelkieses und ihrer leicht löslichen wasseranziehenden Salze bereits beraubt worden sind, vorzüglich zur Benutzung als Bausteine sich eignen, während die grauen Wasserfliesse, wegen ihres Gehalts an unzersetztem Schwefelkies und an löslichen Salzen, deren Menge durch Infiltration aus den obern gelben Schichten noch vermehrt worden ist, zu solcher Anwendung untauglich sind und nicht abgebaut werden.

Das im Vorhergehenden speciell über die von mir untersuchten Dolomite Gesagte dürfte mit vollem Recht auch für alle andern obersilurischen Dolomite und Kalksteine gelten.

Sogleich nach Feststellung dieser Thatsachen, suchte ich unter den vielen vorhandenen, von zahlreichen Chemikern angestellten Dolomit- und Kalkstein-Analysen (wir besitzen deren bereits mehrere Hunderte) nach einer Bestätigung derselben, fand aber nirgends Schwefelkies, wol aber bei vielen, unter der Anführung der physikalischen Eigenschaften, graue,

blaue, selbst schwarze Färbung angegeben, oft einen kleinen Gehalt von Schwefelsäure und fast stets Eisenoxyd in abwechselnden Mengen. Obgleich dieser Bestandtheil Allen, die sich mit Dolomiten beschäftigten, entgangen zu sein scheint, so möchte ich dennoch mit vieler Gewissheit behaupten, dass die meisten Dolomite und Kalksteine, welche eine graue, blaue, überhaupt dunkle Färbung zeigen [1]), diese Färbung nicht, oder doch wenigstens weit weniger der ihnen beigemengten Kohle, als vielmehr dem für das blosse Auge unsichtbaren, feinvertheilten Eisenkies verdanken.

Um diese Generalisation zu begründen, dürfte es hinreichend sein auf die zahlreichen vorhandenen Dolomitanalysen zu verweisen, die in den einzelnen Jahrgängen von Liebig's Jahresberichten gesammelt und in ihren Resultaten zusammengestellt worden sind; nirgends ist Eisenkies angegeben, in vielen Fällen aber in der Angabe der Eigenschaften und Bestandtheile alle Bedingungen angedeutet, die dessen Vorhandensein sehr wahrscheinlich machen. Sollen mithin alle diese Analysen Anspruch auf Genauigkeit in chemisch-geologischer Beziehung machen, so wären sie sämmtlich, in mehr als einer Beziehung, einer Revision zu unterwerfen, da das über die Bestandtheile der obersilurischen Dolomite von mir Angeführte auch eine allgemeine Geltung für die analogen sedimentären Gesteine sämmtlicher geologischer Formationen haben dürfte. Unter den zahlreichen hierher gehörigen Beispielen, will ich nur zwei aufführen, die auch in gewisser anderer Beziehung bemerkenswerth sind.

---

1) Auch Bischof, in seinem vortrefflichen Lehrbuch der physikal. und chem. Geologie, erklärt überall, wo er auf die dunkle Färbung der sedimentären Kalksteine und Dolomite zu sprechen kommt, dass solche von einem Gehalt an organischer Substanz bedingt sei. S. Bd. II. S. 1001, 1021, 1140.

Forchhammer [1]) erwähnt des häufigen Vorkommens von Gyps in den Dolomiten und sucht diese Thatsache mit der von ihm aufgestellten Theorie der Dolomitbildung in Einklang zu bringen, indem er das Vorhandensein der Schwefelsäure als eines primären, die Dolomitbildung mit bedingenden Agens annimmt. Er sagt, „da der Gyps sich ursprünglich durch Einwirkung von Schwefelsäure auf kohlensauren Kalk gebildet hat, so muss die dadurch frei gewordene Kohlensäure, bei Gegenwart von Wasser, eine grosse Menge kohlensauren Kalkes aufgelöst, und diese Auflösung, in der Wechselwirkung mit dem Seewasser, dolomitische Kalksteine gebildet haben."

Zur Stütze dieser Ansicht, führt er einen dahin gehörigen Dolomit von Stigsdorf in Holstein auf, der „schwarz und blasig wie eine Lava, ziemliche Geröllsteine enthält" und folgende Zusammensetzung hat:

Kohlensaurer Kalk . .	80,55
Schwefelsaurer Kalk . .	0,95
Kohlensaure Magnesia .	7,49
Kieselerde	5,82
Eisenoxyd und Thonerde .	2,83
Kohle, Wasser, Verlust .	2,36
	100,00

Aus der ganzen Zusammensetzung dieses Gesteins, so wie aus der dunkeln Färbung desselben, ist nun mit Sicherheit zu schliessen, dass solches eine nicht unbedeutende Menge Schwefelkies enthalte, dass mithin der Gyps in diesem Dolomit nicht, wie jener ausgezeichnete Forscher annimmt,

1) Oversigt over det Kongelige Danske Videnskab. Selskabs. Forhandlingar. 1849. 5, 6 p. 83 und daraus in Erdmann's Journal. Bd. 49, S. 64.

als primärer, sondern vielmehr als secundärer, durch Oxydation von Eisenkies erzeugter Bestandtheil anzusehen sei, so wie endlich, dass die Schwefelsäure desselben zur Dolomitbildung selbst Nichts beigetragen habe.

Ein von Dr. R. v. Planta und Dr. Kekulé [1]) untersuchter, schiefriger, dunkelblaugrauer Kalkstein von Zizers im Canton Graubünden, welcher beim Brennen schmutziggelb wird und sich dann sehr mager verhält, ferner, ohne Cämentzusatz, direkt zu Wasserbauten angewendet werden soll, hat, im ungeglühten Zustande, 80,39 pC. in Salzsäure löslicher Theile, wovon 1,49 kohlensauren Eisenoxyduls und Spuren schwefelsaurer Salze angegeben werden. Nach dem Brennen hingegen, zeigt er 76,36 pC. löslicher Theile, welche 3,10 Eisenoxyd enthalten. Die Zusammensetzung dieses Gesteins möge hier folgen:

Zusammensetzung des frischen Gesteins.
Spec. Gew. 2,92.

In Salzsäure löslich:		
Kohlensaurer Kalk	77,72	
Kohlensaure Magnesia	0,84	
Kohlensaures Eisenoxydul	1,49	
Thonerde	0,25	
Manganoxyd und -oxydul	0,09	
Summe		80,39
In Salzsäure unlöslich:		
Kieselerde	16,79	
Thonerde	0,48	
Eisenoxyd	0,97	
Spuren von Kalk etc. und Verlust	0,35	
Summe (direkt bestimmt)		18,59
Wasser		0,54
Spuren von Chlormetallen, schwefelsauren und phosphorsauren Salzen und Verlust		0,48
		100,00

Zusammensetzung des gebrannten Gesteins.

Kalk	67,74
Magnesia	0,61
Eisenoxyd	3,10
Thonerde	1,42
Kieselerde	3,46
Sand (in Salzsäure unlösl.)	23,64
Chlormetalle und Verlust	0,03
	100,00

1) Liebig's Annal. Bd. 87. S. 366.

Hier möchte ich, ausser auf die so deutlichen indirekten Beweise des Vorhandenseins von feinzertheiltem Schwefelkies, noch auf die schon früher besprochenen Einwirkungen des Glühens von Gesteinen, Erd- und Schlammarten auf die Resultate der Analyse derselben hinweisen [1]). Hätte dieses Gestein eine hinreichende Menge unlöslicher Alkalisilikate gehabt, so wäre die Menge löslicher Bestandtheile nach dem Brennen vielleicht nicht kleiner, sondern eher grösser geworden.

Es war mir nicht wenig überraschend, als ich, beim weitern Nachsuchen nach ähnlichen Thatsachen, in einer Abhandlung Ebelmen's, für gewisse Kalksteinschichten der Juraformation, ganz ähnliche äussere Vorgänge geschildert fand, wie sie von Dr. Schrenk für die obersilurischen Dolomite Oesels beobachtet wurden, die Ebelmen, mit meiner Deutung übereinstimmend, dem Vorhandensein einer übrigens ausserordentlich kleinen Menge Eisenkies zuschreibt. Diese von zwei verschiedenen Seiten her so ganz unabhängig von einander gefundenen Resultate tragen durch ihre Uebereinstimmung nicht wenig dazu bei sowol die Deutung selbst, als die vorhin von uns ausgesprochene Generalisation, zur Gewissheit zu erheben. Ich setze daher im Nachstehenden Ebelmen's Worte [2]) unverkürzt her: „Die Jurassische Formation enthält bekanntlich sehr mächtige Kalksteinschichten, welche gewöhnlich entweder partiell oder gänzlich eine blaue Färbung besitzen. Wenn die Färbung nur partiell ist, so bemerkt man, dass die blauen Parthieen Mandeln bilden, deren Oberfläche von den Schichtungsflächen oder den Spalten, durch welche das Wasser sich in die Lager einfiltrirt, stets entfernt ist.

1) s. die vorhergehende Abhandlung S. 178.

2) Comptes rendus, XXXIII, p. 678, und Erdmann's Journal, Bd. 55, S. 178 (1852).

Der gelbliche Theil des Gesteins, welcher stets seine äussere Umhüllung bildet, scheint durch die Veränderung des blauen Theiles entstanden zu sein. Die blaue Farbe wird ursprünglich die ganze Masse durchdrungen haben, denn wir bemerken, dass sich in den von der Oberfläche entferntesten Lagen die blaue Farbe am besten erhalten hat. Ich fand, dass der blaue Kalkstein des untern Ooliths (cornbrash) ungefähr 0,002 Eisenbisulfür enthielt, während der gelbe, die Decke bildende Kalkstein keines enthielt. Die blaue Färbung scheint von dem durch die ganze Masse zerstreuten Doppeltschwefeleisen herzurühren, welches durch den oxydirenden Einfluss der infiltrirenden Gewässer verschwindet."

Nachdem die wahre Ursache der graublauen Färbung in den dolomitischen Gesteinen einmal festgestellt war, lag es sehr nahe denselben Stoff auch als Bedingendes der Färbung für die feinen schwarzen Ueberzüge vieler Petrefakten in jenen Gesteinen anzunehmen, wie solches auch schon aus Dr. Schrenk's Schilderung nothwendig hervorgeht. Er sagt a. a. O., S. 23: „Der graue Dolomit vom Ojo-Pank und der Johanniskirche, an der Nordostküste Oesels, zeigt sein Pigment in kleinen, doch dem blossen Auge schon sichtbaren Fragmenten schwarzer, verkohlter Trilobitenschalen, die einerseits, bei abnehmender Kleinheit, eine gleichmässige aschgraue Färbung des Gesteins bewirkte, während anderseits vollständige Individuen des *Encrinurus punctatus* und der *Calymene Blumenbachii*, mit schwarzem, kohligem Schalenüberzug in demselben Gestein enthalten sind und alle daraus stammenden, an der flachen Meeresküste bei der Kirche Johannis in solcher Menge angeschwemmten Individuen dieser Arten denselben Ueberzug getragen haben, wovon noch häufige Spuren selbst an diesen gerollten Exemplaren sich erhalten zeigen."

Diese Identität der Ursache wurde nachgehends auch durch die Beobachtung festgestellt. Hr. Cand. Fr. Schmidt fand nämlich [1]) in zahlreichen Steinkernen des blauen Dolomits vom Püssininna-Pank, auf der Insel Moon, dieselben schwarzen Ueberzüge, welche an einigen Steinkernen deutlich in kleine Schwefelkieskrystalle übergingen, was ihn veranlasst jenen schwarzen Ueberzug dem in grosser Menge im Gestein enthaltenen Schwefelkies zuzuschreiben. Ebenso zeigten die Steinkerne des Dolomits der Insel Schildau „die schönsten Uebergänge von einfach schwarzen Ueberzügen zu glänzenden Decken von Schwefelkieskrystallen." In einer Anmerkung zu dieser Beobachtung Schmidt's, spricht sich Dr. Schrenk aus eigener Anschauung gleichfalls für einen solchen Zusammenhang aus, indem er zugleich die Behauptung auch auf die sogenannten Fucoidenreste im blauen Thon, welcher die Unterlage des silurischen Systems bildet, ausdehnt. „In den schwarzen Ueberzügen, welche auf Haarklüften dieses Thons die unregelmässigen, verzweigten Gestalten mancher Fucoiden nachahmen," gewahrte er einen deutlichen, ganz allmäligen Uebergang zu sehr fein krystallinischen Schwefelkieskrusten. Einzelne von Dr. Schrenk mir gezeigte Handstücke blauen Thons und Petrefakten von den angeführten Lokalitäten, wo ein solcher allmäliger Uebergang der schwarzen Ueberzüge in Schwefelkies besonders deutlich hervortrat, liessen keinen Zweifel an der Thatsache obwalten.

Damit übereinstimmend, wurde auch durch die chemische Prüfung des schwarzen, scheinbar von amorpher Kohlensubstanz gebildeten Ueberzuges nachgewiesen, dass derselbe hauptsächlich aus Schwefelkies bestehe, wennschon, da, wegen

1) S. Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- u. Kurlands. Zweite Serie. 1854. Band I. S. 9, 10 u. 11. (Flora der Insel Moon, von Fr. Schmidt.)

des geringen mir zu Gebote stehenden Materials, der Beweis nur von einer Seite sich führen liess, die wenn auch schwache Möglichkeit, dass auch wirkliche Kohle, von organischen Resten herrührend, an jenen schwarzen Ueberzügen Theil habe, dadurch nicht völlig ausgeschlossen wurde. Die in der Natur gar nicht selten vorkommende direkte Umwandlung organischer Körper in Schwefelkies einerseits, so wie anderseits die häufige Vergesellschaftung von Schwefelkies und Kohle, wie eine solche z. B. in der Steinkohlenformation in grossartigem Maassstabe uns entgegentritt, könnten dafür sprechen.

Handstücke des blauen untersilurischen Thons liessen sich, in der Schichtenrichtung, mit Leichtigkeit in horizontale Platten spalten, auf deren Flächen die für Fucoiden geltenden Gebilde in ganz unregelmässigen Gestalten, als Ueberzüge auf den Haarklüften des Gesteins sich sehen liessen. Bisweilen gehen diese Ueberzüge allmälig in gelbrothes Eisenoxyd über, welches mitunter ganz die Stelle jener kohlenähnlichen Reste vertritt. Diese Thatsache allein wäre schon hinreichend, um keinen Zweifel über die wahre Deutung jener Ueberzüge übrig zu lassen. Auch gestatteten sie keine Trennung von der Gesteinfläche, welcher sie auflagen, von der sie nur durch Abschaben sich entfernen liessen, wobei man, wegen der ausserordentlichen Feinheit dieser Ueberzüge, stets ein graues Pulver erhielt, das zum grössten Theil aus dem die Unterlage bildenden Thon bestand, welcher jene schwarzen Theile beigemengt enthielt. Es musste mithin eine vergleichende Schwefelbestimmung in dem abgeschabten Pulver einerseits, und im Thon für sich, anderseits, vorgenommen werden.

I. Aus einem circa 250 gr. schweren Stück untersilurischen Thons von Orro, an der ehstländischen Seeküste, wurden die schwarzen Ueberzüge von der Kluftfläche überhin

abgeschabt; das feingeriebene, 0,465 gr. betragende, graue Pulver gab, wie gewöhnlich mit reinem schwefelsäurefreiem Natron und Salpeter behandelt, 0,0612 gr. BaO, SO_3.

II. 1,169 gr. desselben schwarzen Ueberzuges, durch möglichst sorgfältiges Abschaben vom Gestein mit der Messerspitze erhalten, gaben 0,3042 gr. BaO, SO_3.

III. 3,603 gr. feingeriebenen Thons, für sich, gaben 0,0412 gr. BaO, SO_3.

100 Theile feingeriebenen Thonpulvers enthielten mithin:

I.	Von den schwarzen Stellen	9,870	Schwefelkies.
II.	Desgleichen	19,515	—
III.	Der Thon für sich . .	0,838	—

Durch diese Zahlen scheint die oben ausgesprochene Ansicht hinlänglich erwiesen zu sein. Ein zu demselben Behuf von Dr. Schrenk mir zugestelltes Handstück eines dunkelaschgrauen Dolomits mit im Gestein enthaltenen, unregelmässig gestalteten schwarzen Ueberzügen, vom Ojo-Pank, ergab für diese ein ähnliches Resultat. Auch hier waren diese schwarzen Ueberzüge meist auf der einen Seite innig mit dem Gestein verwachsen, während die andere freilag. Mitunter waren es deutliche Steinkerne, welchen die schwarzen Schwefelkieskrusten aufsassen, und dieselben erschienen, auf dem Querbruch betrachtet, meist beiderseits gegen das Gestein scharf abgegrenzt; nicht selten jedoch war eine solche scharfe Trennung von dem Gestein nur nach einer Seite zu beobachten, während auf der entgegengesetzten Fläche die schwarzgefärbte dünne Schicht, an Intensität der Färbung abnehmend, unmerklich in das aschgraue Gestein überging. Diese Thatsachen weisen unwidersprechlich auf eine allmälig erfolgte Infiltration des im Gestein vertheilten Schwefelkieses in dessen Haarspalten und Klüfte, wo derselbe als Ausfül-

lungsmasse dient. Es zeigt sich diese Infiltration des Schwefelkieses auch an andern Vorkommnissen deutlich erkennbar. So sahe ich an einem Kalkstein aus dem Laaksberge, bei Reval, die Drusenwandung zunächst mit einer liniendicken Schicht glänzenden Schwefelkieses ausgekleidet, deren Oberfläche, nach dem Innern der Höhlung zu, die Kalkspathdruse trägt. Ferner finden sich häufig, im Dolomit des Ojo-Pank, aufeinanderfolgende dünne Schichten von Schwefelkies, in der Umgebung von Drusenräumen, den Krümmungen der Drusenwandung in genau parallelen Abständen folgend. Oft enthalten auch die Kalkspathkrystalle in den Drusen selbst zahlreiche kleine Eisenkieskrystalle, theils zwischen den Spaltungsflächen eingeschlossen, theils an ihrer äussern Oberfläche aufsitzend. Hieraus folgt nun eine stets von aussen erfolgende Vererzung der Steinkerne; die durch Wegführung der Kalkschalen in dem Gestein entstandenen Höhlungen werden durch eine allmälige Infiltration von Schwefelkies ausgefüllt.

Die Fucoiden im untersilurischen blauen Thon liessen mit bewaffnetem Auge durchaus keine pflanzliche Struktur erkennen. Ihre schwarze, kohlige Farbe, so wie ihre die Gestalt gewisser Kryptogamen (*Fucus*) nachahmenden Formen, waren die Hauptbeweggründe gewesen, um ihnen organische Natur zuzuschreiben und sie als die ältesten Pflanzenreste in den paläozoischen Sedimenten unseres Planeten zu betrachten [1]). Stellt es sich aber, wie mehr als wahrscheinlich, heraus, dass diese Gebilde keinen Kohlenstoff enthalten und als einfache Ausblühungen von Schwefelkies auf den Haarspalten des Thons zu betrachten sind, so ist klar, dass, so lange nicht

1) The Geology of Russia in Europe and the Ural Mountains by R. J. Murchison, E. de Verneuil and Count A. v. Keyserling. S. 36 ff. und S. 580.

eine pflanzliche Struktur, wonach sie als verkieste Pflanzenreste anzusehen wären, daran nachgewiesen wird, solche aus der Reihe der Petrefakten zu streichen sind. Die wenigen, vorläufig auf einen Gehalt von Kohlenstoff in den schwarzen Stellen von mir geprüften Stücke liessen keinen erkennen. Der Thon selbst enthielt nur eine Spur von Carbonaten. Um indess den Beweis vollständig zu führen, wären weit grössere Mengen von Material erforderlich, als eine wohlgeordnete Sammlung dieser Gesteine zu missen vermochte.

Suchen wir nun im Folgenden, auf Thatsachen gestützt, das Gesetzmässige in der so veränderlichen Zusammensetzung unserer Dolomite zu ermitteln, indem wir den Ursachencomplex hervorheben, durch welchen die Natur die so wechselnde Composition dieser Gesteine bewirkt.

G. Bischof gelangt aus seinen, hauptsächlich auf Grandjeans[1]) Arbeiten gestützten, mit musterhafter Kritik geführten Untersuchungen zu dem Schluss, dass aller Dolomit, sofern er in Gebirgsmassen auftritt, als ein Umwandlungsprodukt der ursprünglichen Kalkgebirge zu betrachten sei, indem einerseits ein Theil des kohlensauren Kalks, im Kalkstein, gegen einen äquivalenten Theil kohlensaurer Magnesia, aus den das Gestein durchdringenden Gewässern, ausgetauscht werde, anderntheils aber eine blosse Auslaugung des Kalkcarbonats aus dem magnesiahaltigen Kalkstein stattfinde. In beiden, oft zusammenwirkenden Fällen, wird das Gestein magnesiareicher und geht endlich in Dolomit über[2]).

Die Kalkgebirge selbst sind theils durch Abscheidung

---

1) Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie, Geognosie und Petrefaktenkunde, herausgeg. von Leonhard und Bronn. Stuttg. 1844. S. 543 ff.

2) Bischof, Lehrb. d. chem. und physik. Geol. Bd. II, S. 1190.

des im Meerwasser gelösten kohlensauren Kalks durch die Seethiere entstanden (Korallenkalk), theils durch mechanischen Absatz der von den Flüssen ins Meer geführten, in Suspension erhaltenen oder gelösten feinen Theile, welche, nach Bischofs Analysen, hauptsächlich aus einem Gemenge von Kieselerde mit Kalk- und Magnesiacarbonat bestehen. Alle sedimentären Kalksteine, auch die reinsten, enthalten Magnesia. Indem nun Bischof [1]) den von Forchhammer gefundenen, meist sehr unbedeutenden Magnesiagehalt, in 17 Analysen von Schalen und Gehäusen niederer Seethiere, mit dem Gehalt des Meerwassers an Magnesia vergleicht, gelangt er zu dem Schluss, dass die, im Verhältniss zum Kalk, in so geringer Menge durch organische Thätigkeit abgeschiedene Magnesia unmöglich ein Aequivalent der dem Meere von den Flüssen zugeführten Quantitäten kohlensaurer Magnesia sein könne und diese somit im Meerwasser stets sich anhäufen müsste. Dass eine solche übermässige Anhäufung nicht stattfindet, erklärt er, nach seinen Untersuchungen, durch die Bildung von Magnesiasilikaten (Speckstein, Chlorit und Serpentin) einerseits, so wie anderseits durch die beständige Dolomitbildung auf chemischem Wege, wozu die grossen Mengen kohlensaurer Magnesia in den Gewässern beständig verbraucht werden. So berechnet er, dass allein der Rhein, binnen 24 Stunden, dem Meere eine Quantität kohlensaurer Magnesia zuführt, die, wenn sie ganz zur Dolomitbildung verwendet würde, ein Dolomitparallelepipedum von 229 Fuss Seite und Einem Fuss Höhe geben würde.

Seit Bischof seine Untersuchungen schloss (1851), sind aber zahlreiche Analysen von Korallen und Schalen lebender

---

1) A. a. O., Bd. II, S. 1154.

Seethiere von Damour[1]), Silliman dem Jüngern[2]) und Horsford[3]) ausgeführt worden, aus welchen hervorgeht, dass in der That die niedern Seethiere eine nur geringe Menge kohlensaurer Magnesia enthalten, welche nur in wenigen Fällen 7 pC. der Gesammtmasse überschreitet, so dass eine direkte Dolomitbildung (im engern Sinne) durch organische Thätigkeit demnach nicht wahrscheinlich ist.

Endlich ergibt sich aus Forchhammers[4]) interessanten Versuchen, durch welche er die Bildung von Dolomiten durch Wechselwirkung von Salzen der Quellwasser mit den Magnesiasalzen des Seewassers erfolgreich darzuthun sich bemüht, dass, wenn eine Auflösung von kohlensaurem Kalk in kohlensaurem Wasser auf Seewasser einwirkt, schon bei gewöhnlicher Temperatur, ein Niederschlag stattfindet, welcher stets die Zusammensetzung eines dolomitischen Kalksteins hat, dessen Magnesiagehalt, mit Zunahme der Temperatur während der Aufeinanderwirkung, stets steigt, bei der Siedhitze des Wassers jedoch, 12,5 bis 13 pC. kohlensaure Magnesia nicht überschreitet, ja, bei längerer Dauer der Aufeinanderwirkung, wieder beträchtlich sinkt. Ob bei Anwendung eines stärkern Drucks, bei der Siedhitze, die Magnesiamenge weiter steige, ist noch zu entscheiden. Andrerseits, enthielt der Niederschlag, welcher, bei Frostkälte, durch Einwirkung von kohlensaurer Kalklösung auf Seewasser entstand, 7,55 pC. kohlensaurer Magnesia.

---

1) Bull. de la société géologique de France, T. VII, p. 675. Ferner Annales de chimie et de physique. III. série. T. 32, p. 362.

2) Dessen Journal, Bd. XII, S. 174. Bd. XIV, S. 82.

3) Silliman's Amer. Journ. Bd. XIV, S. 245.

4) Forchhammer, Beiträge zur Bildungsgeschichte des Dolomits, in Erdmann's Journ. für pract. Chemie. Bd. 49, S. 61 ff. (1850.)

Indem ferner Forchhammer die gewöhnliche kohlensaure Kalklösung mit so viel kohlensaurem Natron versetzte, als sie vertragen konnte, ohne unklar zu werden, und diese Mischung nun mit Seewasser zusammenbrachte, erhielt er dolomitische Niederschläge mit einem zwar schwankenden, aber meist sehr bedeutenden Magnesiagehalt (13,1 bis 27,9 pC. kohlensaurer Magnesia), der mit Erhöhung der Temperatur ebenfalls zunahm.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese auf künstlichem Wege hervorgebrachte Dolomitbildung auch in der Natur eine allgemein vorkommende sein möchte, da die genannten Bedingungen überall eintreten, indem kohlensaurer Kalk, oft auch kohlensaure Alkalien dem Meere in Menge von Flüssen und Quellen zugeführt werden. Auch ist auf diese Versuche Forchhammers noch insofern ein besonderes Gewicht zu legen, als uns darin auf dem Wege des Experiments gefundene Thatsachen gegeben sind; nichtsdestoweniger haben sie, von Seiten Bischof's, nicht die Berücksichtigung erfahren, welche sie mir in vollem Maasse zu verdienen scheinen.

Immerhin dürfte aber das Wie dieses Processes noch ein besonderes Studium erfordern, indem nicht in allen der vorhandenen zahlreichen Fluss- und Quellwasseranalysen ein Gehalt an kohlensaurem Alkali angegeben ist, durch welche jene Wechselzersetzung beschleunigt wird, so wie ferner die so ungleiche und complicirte Zusammensetzung der verschiedenen Fluss- und Quellwasser es wahrscheinlich macht, dass die Erzeugung jener magnesiahaltigen Kalkniederschläge auf mehr als einem Wege von Statten gehe. Die von St. Claire Deville und Mitscherlich besprochenen Erscheinungen des Niederreissens von Körpern durch ein Fällungsmittel, zusammen mit einem dritten Körper, welcher, für sich allein, von

jenem Fällungsmittel nicht präcipitirt worden wäre, dürften auch bei jenem Processe eine Hauptrolle spielen.

Nach dem Vorhergehenden, sind also drei Wege denkbar, auf welchen dolomitische Gesteine gebildet werden: 1) durch mechanischen Absatz kalk- und magnesiareicher Sedimente in fliessenden und stagnirenden Gewässern; 2) durch den chemischen Process, sei es vermittelst des Lebensprocesses (Stoffwechsels) niederer Seethiere, sei es durch Wechselwirkung der Salze des Seewassers mit denen der Flüsse und Quellen, und endlich 3) durch allmälige Zersetzung und Auslaugung bereits gebildeter dolomitischer Kalkschichten.

Dass die Bildung unserer obersilurischen Dolomite auch auf allen drei angegebenen Wegen vor sich gegangen sei und zum Theil noch vor sich gehe, scheint uns gewiss. Die wechselnde und oft beträchtliche Beimischung thonartiger Silikate in den Dolomit- und Kalkgesteinen unseres Systems liefert den Beweis dafür, dass die Bildung dieser Schichten nicht auf chemischem Wege allein, sondern auch und zwar hauptsächlich durch mechanischen Absatz erfolgte. Dass viele, ja die meisten der obersilurischen Felsmassen dem Lebensprocess niederer Seethiere ihr Dasein verdanken, zeigen die Schilderungen der Geologen, die uns förmliche Korallenriffe, wie zu Hoheneichen auf Oesel, oder Pühalep auf Dagö vorführen.

Dass endlich Dolomite aus unsern Kalkschichten zum Theil noch gegenwärtig in der Bildung begriffen sind, indem dolomitische Kalksteine durch kohlensäurehaltiges Meteorwasser fortwährend ausgelaugt werden und der Dolomitisationsprocess, wie ihn Grandjean schildert, auch für unsere obersilurischen Schichten seine volle Geltung hat, dies lehrt uns deutlich das Verhältniss der Erdcarbonate in den beiden von

mir analysirten Dolomiten von Ohlo und Tuttomäggi [1]). Wenn nämlich aller Kalk und alle Magnesia, im löslichen Theil dieser Gesteine, als Carbonate angesehen und auf 100 Theile ihrer Gesammtmenge berechnet werden, so ergibt sich folgende Zusammensetzung dieser Gesteine.

	Kohlens. Kalk	Kohlens. Magnesia
Gelber Dolomit von Ohlo	56,85	43,17
Grauer Dolomit von Ohlo, aus dem Innern desselben Blocks	60,58	39,42
Gelber Dolomit von Tuttomäggi . . .	53,44	46,56
Grauer Dolomit von Tuttomäggi, ½ Zoll von der Grenze des gelben Gesteins	59,20	40,80
Grauer Dolomit, von einer andern Stelle aus dem Innern desselben Blocks .	55,12	44,48

Die Abnahme des Kalkcarbonats, durch Auswaschung, in den obern gelben und dessen Zunahme in den angrenzenden grauen Schichten, durch Infiltration, ist hier in Zahlen deutlich ausgesprochen. Wenngleich es paradox klingen möchte, dass der kohlensaure Kalk in grösserer Menge durch das kohlensäurehaltige Wasser ausgewaschen worden ist, als die kohlensaure Magnesia, da bekanntlich die Letztere weit leichter in kohlensäurehaltigem Wasser löslich ist, als das Kalkcarbonat [2]), so ist anderseits bereits durch Forchham-

---

1) Die vollständige Analyse dieser beiden, so wie anderer Gesteine unserer Schichten, soll, nebst einigen weitern Untersuchungen, den Umbildungsprocess derselben betreffend, den Gegenstand einer spätern Abhandlung bilden.

2) Nach Bischof's Versuchen, löst kohlensäurehaltiges Wasser, aus einem Gemenge beider Carbonate, 28 Mal mehr kohlensaure Magnesia als kohlensauren Kalk, und, aus einem Gemenge von Kalkcarbonat und Magnesia alba, 27 Mal mehr von der Letztern als vom kohlensauren Kalk auf (s. Lehrb. Bd. I, S. 875 u. 876; ferner Bd. II, S. 1121). Destillirtes, mit Kohlensäure gesättigtes Wasser löste, in mehrern übereinstimmenden Versuchen, im Mittel 0,101 pC. Kreide und 0,1346 pC. künstlich dargestellte neutrale kohlensaure Magnesia auf (s. Lehrb., Bd. I, S. 378 u. 387). Ein verschiedener Aggregat-

mer [1]) und Karsten [2]) experimentell nachgewiesen, dass verdünnte Essigsäure aus dolomitischen Kalksteinen fast nur kohlensauren Kalk auflöst und einen Rückstand, welcher der Zusammensetzung eines reinen Dolomits mehr oder minder nahe kommt, zurücklässt. Indem nun Bischof [3]) diese Versuche in der Art wiederholte und vervielfältigte, dass er kohlensäurehaltiges Wasser, an Stelle verdünnter Essigsäure, auf dolomitische Kalksteine sowol, wie auf ein künstliches Gemenge von Magnesia- und Kalkcarbonat einwirken liess, gelangte er zu dem Resultat, dass kohlensäurehaltiges Wasser aus einer chemischen Verbindung beider Erden fast nur Kalkcarbonat, dagegen aus einem mechanischen Gemenge derselben weit mehr kohlensaure Magnesia, als kohlensauren Kalk aufnehme. Die Zunahme des kohlensauren Kalks in der grauen Schicht der beiden obenerwähnten Dolomite spricht daher dafür, dass der hohe Magnesiagehalt dieser Gesteine bereits in Form von Dolomit in ihnen enthalten sei, welches Gestein bekanntlich der Zersetzung durch Atmosphärilien kräftiger widersteht, und dass sie daher als Gemeng von Dolomit mit dolomitischem Kalkstein anzusehen sind.

Zu jener von Grandjean und Bischof aufgestellten Ansicht der Dolomitisation tritt indess jetzt, wie mir scheint, noch ein wesentliches Moment hinzu, welches die Fortführung grosser Mengen Kalks beschleunigt; es ist dies die aus der Zersetzung des Schwefelkieses resultirende Bildung von schwefelsauren Salzen, namentlich von Gyps. Um über die Be-

---

zustand dieser Carbonate muss übrigens bedeutende Differenzen in ihren Löslichkeitsverhältnissen bedingen.

1) Forchhammer, a. a. O., S. 52.

2) Archiv für Mineralogie etc. Bd. XXII, S. 52.

3) Bischof, a. a. O., Bd. II, S. 1122 u. 1176.

standtheile, welche die atmosphärischen Gewässer den Dolomiten zu entziehen pflegen, die nöthigen Aufschlüsse zu erhalten, würde die Analyse der aus den Dolomitschichten dringenden Quellen offenbar am passendsten sein. In Ermangelung solchen Wassers aber, liess sich erwarten, dass schon eine Analyse dessen, was sowol reines destillirtes Wasser, als auch mit Kohlensäure gesättigtes, für sich, aus jenen Gesteinen auszuziehen vermögen, die nöthigen Aufschlüsse würde geben können. Demnach wurden 192 grm. (eine grössere Menge stand mir nicht zu Gebot) grauen Dolomits von Rootsiküll, mit einigen gelblich gewordenen Stücken untermischt, gepulvert, hierauf in der Silberschale mit kaltem und dann mit siedendem Wasser behandelt. Nach drei Tagen war das Pulver völlig erschöpft, indem einige Tropfen des Filtrats, auf dem Platinblech verdampft, keinen Rückstand mehr hinterliessen. Einzelne Körner des mit Wasser behandelten rückständigen Dolomitpulvers hatten sich äusserlich gelb gefärbt; auch war die innere Wandung der Schale von gebildetem Schwefelsilber bunt angelaufen, welche Färbung auf dem Boden der Schale allmälig in eine schwärzliche überging. Die Gesammtmenge des erhaltenen wasserklaren Auszuges betrug 1,75 Litre. Die klare Flüssigkeit der ersten dreiviertel Litre, welche für sich aufgefangen war, trübte sich nach 1 ½ Tagen, indem sie schwach opalisirend wurde und einen sehr geringen Niederschlag, als weissen Hauch, an die Wände und auf den Boden des Glascylinders absetzte. Dieser Niederschlag löste sich grossentheils wieder auf, als der Cylinder entleert und der Inhalt des zweiten Glasgefässes hineingegossen wurde. Beide Portionen wurden in einem gemeinschaftlichen Gefäss gleichförmig gemischt und, behufs der Analyse, in zwei Theile getheilt. Die Reaction der Flüssigkeit war neutral.

I. 0,75 Litre Dolomitauszug gaben, im Wasserbade in der Platinschale concentrirt und mit Salpetersäure angesäuert (wobei schwaches Aufbrausen durch CO_2-Entwickelung):

0,1378 AgCl
0,4897 BaO, SO_3
0,0907 2MgO, PO_5 (MgO-Bestimmung)
0,058 $PtKCl_3$

II. Ein Litre Dolomitauszug, im Wasserbade verdampft und dann geglüht, gab 0,447 gr. feuerbeständigen Rückstands; derselbe stellte ein blendendweisses, asbestähnliches, in büschelförmig vereinigten Nadeln krystallisirtes Salz (Gyps) dar, welches auf einer sehr geringen Menge einer amorphen, den Boden des Platinschälchens bedeckenden Salzkruste ruhte. Die Analyse ergab [1]:

0,0015 SiO_3
0,0137 Fe_2O_3, nebst Spuren von 2MgO, PO_5
0,3173 CaO, SO_3
0,1271 MgO, SO_3
0,0305 KCl+NaCl, woraus
0,0595 $KPtCl_3$.

Ein Litre Dolomitauszug enthielt mithin:

0,0015	Kieselerde		0,0015	Kieselerde
0,0454	Chlor		0,3155	schwefelsauren Kalk
0,2241	Schwefelsäure		0,0023	kohlensauren Kalk
Spur	Phosphorsäure		Spur	phosphorsauren Kalk
0,0123	Eisenoxydul	=	0,0260	schwefelsaures Eisenoxydul
0,1312	Kalk		0,0371	schwefelsaure Magnesia
0,0432	Magnesia		0,0294	Chlormagnesium
0,0109	Kalium		0,0209	Chlorkalium
0,0087	Natrium		0,0223	Chlornatrium
Spur	organ. Substanz		Spur	organischer Substanz.
			0,4550	

Direkt bestimmte, geglühte Menge 0,447.

1) Zur genauern Scheidung des Kalks und der Magnesia wurden, nach Abscheidung der Kieselerde und des Eisenoxyds, auf den Rath des Hrn. Prof.

1000 grm. grauen Rootsiküll-Dolomits geben also an destillirtes Wasser ab:

Kieselsäurehydrat . . .	0,0164
Schwefelsauren Kalk . .	2,8750
Kohlensauren Kalk . . .	0,0209
Phosphorsauren Kalk . .	Spur
Schwefelsaures Eisenoxydul	0,2369
Schwefelsaure Magnesia .	0,3381
Chlormagnesium	0,2679
Chlorkalium	0,1905
Chlornatrium	0,2032
Organische Substanz . .	Spur
	4,1489

Aus vorstehenden Resultaten ist nun ersichtlich, dass durch reines Wasser vorzüglich Gyps aus den grauen Dolomiten ausgezogen wird, welcher, so wie der Eisenvitriol und das Bittersalz, aus dem zersetzten Schwefelkies der obern gelben Schichten herstammend, in die darunterliegenden grauen filtrirt ist. Bemerkenswerth ist ferner, dass das Chlor in weit grösserer Menge gefunden wurde, als die vorhandenen Alkalimetalle erfordern, so dass wir also in den Dolomiten auch Chlorverbindungen der Erden anzunehmen hätten. Vergleichen wir endlich die relativen Mengen von Kalk und Magnesia in dem Wasserauszuge, mit denen im Dolomit selbst, so zeigt es sich, dass das Wasser eine grössere Menge von Kalk aufgenommen und das Gestein dadurch relativ reicher an Magnesia geworden ist.

Schmidt, der Kalk und die Magnesia als schwefelsaure Salze bestimmt, indem die ganze Flüssigkeit mit Schwefelsäure versetzt, zur Trockne verdampft, der Rückstand abermals mit conc. SO_3 befeuchtet und geglüht wurde. Durch Auslaugen mit Wasser wurde der Gyps entfernt und dessen in Lösung übergegangener Theil mit oxalsaurem Ammoniak ausgefällt. Die Trennung der Magnesia von den Alkalien geschah in der gewöhnlichen Weise, durch Barytwasser.

Verhältniss von MgO zu CaO im Dolomit selbst.	Verhältniss von MgO zu CaO im Wasserauszuge.
1 : 1,68	1 : 3

Das Ueberwiegen der löslichen Erdsalze in dem Wasserauszuge, über die der Alkalien, erinnert an die ganz entsprechende Thatsache in dem Wasser der Wieken, und es möchte jene Anhäufung löslicher Erdsalze in dem Wiekenwasser lediglich in einem Gehalt der dolomitischen Gesteine des Landes an solchen ihre Ursache haben. Auch ist klar, dass dieser beständige Zufluss löslicher Kalk- und Magnesiasalze im Wasser der Wieken- und Strandbuchten wiederum eine beständige Bildung dolomitischer Niederschläge auf chemischem Wege zur Folge haben muss.

Das Vorherrschen des Gypses in dem Wasserauszuge des Rootsiküll - Dolomits widerspricht indessen einer von Haidinger und Suckow herrührenden Ansicht, auf welche man in geologisch - chemischen Schriften häufig sich zu berufen pflegt. Indem Gyps und Bittersalz, die in den obern gelbwerdenden Schichten gebildet werden, durch das Gestein filtriren, kommen sie auf ihrem Wege mit unzähligen Massendifferentialen kohlensauren Kalks und kohlensaurer Magnesia, oder, richtiger, kohlensauren Kalks und Dolomits in Berührung. Nach Haidinger's [1]) und Suckow's [2]) Versuchen, setzt sich aber eine Gypslösung, durch kohlensaure Magnesia oder durch Dolomit filtrirt, vollständig in kohlensauren Kalk und Bittersalz um. Man sollte daher erwarten, dass, in Folge der Verwitterung des Schwefelkieses, vorzüglich schwefelsaure Magnesia gebildet würde, welche von den Gewässern

1) Poggendorf's Annalen, Bd. 74, S. 491.

2) Die Verwitterung im Mineralreiche, von Dr. G. Suckow. Leipzig, 1848. S. 88.

fortgeführt wird, was keineswegs mit den Resultaten der Analyse obigen Dolomitauszugs übereinstimmt. Indem ich die Versuche Haidinger's und Suckow's, aus Mangel an neutraler kohlensaurer Magnesia, mit Magnesia alba und einer aus chemisch reinem Material dargestellten Gypslösung wiederholte, fand ich dieselben zwar völlig bestätigt; es stellte sich aber auch dabei heraus, dass sie keine geologische Beweiskraft haben. Nach längerem Digeriren der Gypslösung mit überschüssiger Magnesia alba, bringt Ammoniakoxalat in der Flüssigkeit keine Trübung mehr hervor. Die Magnesia alba war frei von Chlor, Schwefelsäure, Kalk und Kali, enthielt aber eine Spur kohlensauren Natrons. Als sie mit Wasser mehrmals ausgekocht und so vom Natroncarbonat befreit worden war, gab sie mit Gypslösung eine ebenso vollständige Zersetzung. Auch feingepulverter Dolomit von Rootsiküll zersetzte die Gypslösung nach einiger Zeit theilweis, indem oxalsaures Ammoniak in einer Probe von Flüssigkeit zwar eine Fällung bewirkte, welche jedoch bei Weitem nicht so stark war, wie in der reinen Gypslösung; auch bedurfte es zu dieser Zersetzung einer weit längern Zeit. Prof. Schmidt, der denselben Versuch mit feingeriebenem, chemisch reinem Magnesit, von Salem in Ostindien, und Gypslösung anstellte, beobachtete dagegen nicht die geringste Einwirkung, indem die Flüssigkeit mit Ammoniakoxalat, auch nach längerer Zeit, stets denselben Niederschlag, wie die reine Gypslösung gab. Es ist mithin wahrscheinlich, dass Haidinger und Suckow, bei ihren Versuchen, sich der Magnesia alba bedienten, welche, im Fall sie alkalifrei war, durch das in ihr stets vorhandene Magnesiahydrat [1]), eine Fällung des Kalks

1) Die Bildung des Magnesiahydrats bei der Darstellung der Magnesia alba beruht, nach Heinr. Rose, auf der Thatsache, dass, beim Erhitzen der

bewirkt hatte [1]). Ebenso möchte sich die theilweise Zersetzung der Gypslösung durch das Dolomitpulver aus dem steten Vorhandensein geringer Mengen kohlensaurer Alkalien in diesen Gesteinen erklären [2]).

Ein grosser Theil des mit Wasser ausgezogenen Dolomitpulvers wurde in einer geräumigen Woulff'schen Flasche in destillirtem Wasser suspendirt, welches, durch öfteres Durchleiten gewaschener Kohlensäure, mit diesem Gase stets gesättigt blieb. Nach dreiwöchentlicher Digestion, unter häufigem Umrühren, wurde die Flüssigkeit filtrirt und untersucht. Sie reagirte schwach sauer, verlor beim Erhitzen, oder bei längerem Stehen an der Luft, die halbgebundene Kohlensäure, unter Abscheidung mikroskopischer Rhomboeder und reagirte nun stark alkalisch. ½ Litre, für sich eingedampft und qualitativ geprüft, ergab kohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia als Hauptbestandtheile, ausserdem noch organische Substanz, Kieselerde, Eisenoxydul, Spuren von Schwefelsäure und Phosphorsäure.

---

wässrigen Lösungen der kohlensauren Erden und Alkalien, ein Theil der Kohlensäure durch das Wasser ausgetrieben wird (s. Poggendorf's Annalen, Bd. 86, S. 99 u. 279.

1) Hiernach ist auch die in der vorhergehenden Abhandlung, S. 227, ausgesprochene Meinung, welche, zur Erklärung eines anomalen Verhältnisses in einer von Hasshagen's Schlammanalysen, auf jene von Haidinger und Suckow gefundenen Thatsachen sich stützt, zu berichtigen.

2) Schramm (Erdmann's Journ. f. pract. Chemie, Bd. 67, S. 440) und Faist (ebendaselbst, S. 446) bewiesen das allgemeine Vorkommen kohlensaurer Alkalien in den Kalksteinen und Dolomiten Würtembergs. Dass solche auch in unsern obersilurischen nicht fehlen, ist bereits früher S. 253 dargethan. Der Umstand, dass die Menge der Alkalien, wenn solche in der salzsauren Lösung eines Dolomits bestimmt werden, grösser ist, als wenn sie in dem wässrigen Auszuge des Gesteins ermittelt sind, spricht dafür, dass ein grosser Theil jener Alkalien in einer Verbindungsweise sich vorfindet, wodurch sie im Wasser unlöslich werden. Auch das Mineralreich bietet im *Davyn* und *Cancrinit* solche Doppelverbindungen von Erdcarbonaten mit Alkalisilikaten dar, welche dem Wasser nicht, wol aber einer Säure alles Alkali abgeben.

2 Litre der klaren Flüssigkeit, zur Trockne eingedampft, hinterliessen eine blendendweisse, körnige Substanz, meist aus rhomboedrischen, zu Körnern aggregirten Krystallindividuen bestehend, die sich unter Brausen in Salzsäure löste. Um bei der Kalk- und Magnesiabestimmung sicherer zu gehen, wurde die Flüssigkeit, nach Abscheidung der Kieselerde, nebst der organisshen Substanz und des Eisens, in zwei Theile, A und B, getheilt.

Die ganze Flüssigkeit gab 0,0044 Kieselerde,
0,0008 organische Substanz,
0,0049 Eisenoxyd + Spuren phosphorsauren Kalks.

A. 16,382 grm. der ClH-Lösung gaben: 0,0104 BaO, SO_3,
0,3241 CaO, SO_3,
0,2139 $2MgO, PO_5$.

B. 15,917 grm. der ClH-Lösung gaben: 0,3170 CaO, SO_3.
0,2190 MgO, SO_3.

2 Litre mit CO_2 gesättigten Wassers hatten mithin aufgenommen:

					für 10 Litre berechnet:
0,0044	Kieselerde	=	Kieselsäurehydrat	0,0052	0,0262
0,0008	organ. Substanz		Kohlensauren Kalk	0,4626	2,3133
0,0040	Eisenoxydul		Schwefelsauren Kalk	0,0119	0,0595
0,0070	Schwefelsäure		Phosphors. Kalk	Spur	Spur
0,2640	Kalk		Kohlens. Magnesia	0,3037	1,5185
0,1494	Magnesia		Kohlens. Eisenoxydul	0,0057	0,0287
Spur	Phosphorsäure		Organ. Substanz	0,0008	0,0040
			Summe	0,7900	3,9502

Das Verhältniss der Magnesia zur gesammten Kalkmenge ist, nach der vorstehenden Analyse, gleich 1 : 1,76, also dem ursprünglichen Dolomit selbst (1 : 1,68) sehr nahe kommend. Deutlicher zeigt sich dies bei Vergleichung der relativen Mengen beider Carbonate in dem angewendeten Gestein selbst und in dem Auszuge durch kohlensaures Wasser, zu welchem Zweck die Hauptbestandtheile in dem mit destillirtem

Wasser ausgezogenen Dolomit quantitativ bestimmt wurden. Das Verhältniss der Erdcarbonate zu einander war dem im ursprünglichen Dolomit von Schrenk gefundenen fast gleich [1]).

Dolomit von Rootsiküll.

	Ursprünglich, nach Schrenk [2]).	Mit Wasser ausgezogen.	Im Auszuge durch CO_2-haltiges Wasser.
CaO, CO_2	58,92	59,54	60,09
MgO, CO_2	41,08	40,46	39,91

Diese Zahlen beweisen, dass eine verhältnissmässig nur ganz unbedeutende, relativ grössere Menge von Kalkcarbonat ausgezogen wurde, als ursprünglich in dem Gestein vorhanden war, dass daher die Dolomitisation des dichten mergeligen Gesteins von Rootsiküll fast als vollendet anzusehen ist und der Dolomit als solcher von dem kohlensäurehaltigen Wasser aufgenommen wurde. Hiermit ist auch die sehr geringe Menge der gelösten festen Substanz, der grossen Schwerlöslichkeit des Dolomits entsprechend, in gutem Einklange. Jene beträgt im Ganzen nur 0,039 pC., während kohlensäurehaltiges Wasser, unter einfachem Atmosphärendruck, 0,1 pC. kohlensauren Kalk (Kreide) zu lösen im Stande ist. Bischof's Vermuthung [3]), nach welcher die Fortführung des Kalkcarbonats nach völliger Dolomitisirung ihr Ende erreiche und die Auswaschung des Dolomits als solchen beginne, wird durch das Vorstehende vollkommen bestätigt, und es ist mit Sicher-

1) 0,9202 des bereits mit Wasser ausgezogenen, bei 110° getrockneten Dolomitpulvers von Rootsiküll ergaben, mit Salzsäure in der Wärme behandelt:

0,2285 unlöslichen Rückstand	=	24,831 unlöslichen Rückstand
0,01689 Fe_2O_3		1,835 Eisenoxyd
0,54544 CaO, SO_3		43,584 kohlensauren Kalk
0,36344 2 MgO, PO_5		29,621 kohlensaure Magnesia
		99,871

2) Schrenk, a. a. O., S. 16.

3) Bischof, Lehrb. Bd. II, S. 1178.

heit anzunehmen, dass Drusenräume in dem Dolomit von Rootsiküll, wenn solche sich vorfänden, mit Bitterspathkrystallen ausgekleidet sein werden.

Das häufige Vorkommen von Kalkspath, mit welchem die Drusenräume und Spalten der obersilurischen dolomitischen Kalksteine ausgefüllt zu sein pflegen, beweist gleichfalls die beständige Fortführung des Kalkcarbonats. In einer von Dr. Schrenk zur Analyse mir mitgetheilten Kalkspathdruse aus dem grauen, dichten Dolomit vom Mustel-Pank, auf Oesel, deren Vorkommen von ihm genauer beschrieben worden ist [1]), bestanden die rhomboedrischen, fast einen halben Zoll langen Krystalle, so wie die ihnen aufsitzenden kleinern, im Durchmesser zwei Linien nicht übersteigenden, von scalenoedrischer Bildung, aus reinem kohlensauren Kalk, ohne eine Spur von Magnesia. Die Krystalle der ältern, rhomboedrischen Bildung enthielten eine Spur kohlensauren Eisenoxyduls. Kalkspath, welcher in derben, bis anderthalb Zoll dicken Massen die Wände eines grossen Drusenraumes in demselben Gestein auskleidete und aus welchem, durch Zerschlagen, Rhomboeder sich erhalten liessen, die dem isländischen Doppelspath an Farblosigkeit und Durchsichtigkeit fast gleichkamen, war gleichfalls frei von Magnesia. Ein Stück aus einer andern Druse liess Spuren derselben entdecken. Das Muttergestein dieser Kalkspathdrusen, ein dunkelblaugrauer, dichter Dolomit, enthielt, in einer Distanz von $^3/_4$ Zoll von den Ansatzflächen jenes Kalkspaths, 28,017 pC. kohlensaurer Magnesia. Ferner enthielt ein vollständig ausgebildeter Kalkspathkrystall vom Mustel-Pank, von mehr als zwei Zoll im Durchmesser, in seiner basischen Fläche untersucht, Spuren

---

1) Vergl. Schrenk, a. a. O., S. 35.

von Eisenoxydul und eine geringe, quantitativ nicht weiter bestimmte Menge von Magnesia, während er an der Spitze völlig frei davon war, was auf eine beginnende Verdrängungspseudomorphose hinzuweisen scheint. In allen untersuchten Kalkspäthen liess sich keine Spur von Schwefelsäure nachweisen; Phosphorsäure dagegen fand sich in starken Spuren, besonders bei den grossen Krystallen in der Nähe ihrer Ansatzflächen [1]).

Combiniren wir das im Vorhergehenden über die Einwirkung der Atmosphärilien auf die Dolomite Gesagte, so folgt, dass zunächst die aus der Zersetzung des Schwefelkieses resultirenden Salze, hauptsächlich in Form von Gyps, aus diesen Gesteinen ausgewaschen werden und darnach die Dolomitisation durch Wegführung des Kalkcarbonats weiter fortschreite, worauf, nach deren Beendigung, die Fortführung des Dolomits selbst beginnt. Diese Behauptung betrifft jedoch zunächst offenbar nur die der Luft ausgesetzten Schichten und zwar auch hier nur die oberflächlich liegenden Schichten und Blöcke, keineswegs aber die ganzen Schichtencomplexe. In den vom Meere bedeckten Schichten, fehlen die Bedingungen zur Oxydation des Schwefelkieses und die Gesteine dürften sich hier überhaupt in einem Zustande der Indifferenz befinden, da eine fortdauernde Auslaugung von Seiten des Seewassers, ohne eine Störung des hydrostatischen Gleichgewichts, nicht gedacht werden kann. Auch darf ferner natürlicherweise nicht erwartet werden, dass überall in den obersilurischen Schichten die Abnahme des kohlensauren Kalks von oben nach unten zu gleichmässig stattfinde. Einige Betrachtungen werden genügen, um zu zeigen, wie eine grosse

1) Zu jeder Prüfung waren stets zwei bis drei grm. des Gesteins in Anwendung genommen.

Verschiedenheit hinsichtlich der Zusammensetzung der an einem und demselben Orte anstehenden Dolomitschichten stattfinden könne. Zunächst haben die in aufeinanderfolgenden Perioden durch Uebereinanderlagerung gebildeten Schichten ursprünglich, je nach der Art ihrer Bildung, schon einen verschiedenen Magnesiagehalt gehabt. Der verschiedene Grad der Porosität derselben, hauptsächlich von den mechanischen Beimengungen (Sand, Thon) abhängig, bedingt eine Ungleichheit in der Fähigkeit von den Atmosphärilien durchdrungen, damit aber ihrer löslichen Bestandtheile beraubt zu werden. Ferner können lokale Umwandlungsprocesse unzählige Verschiedenheiten in der Composition der Gesteine einer und derselben Schichtenfolge verursachen; so z. B. wird der kohlensaure Kalk unter muldenförmigen Vertiefungen leichter ausgewaschen als aus Sätteln [1]); es kann daher eine und dieselbe Schicht an einer Stelle (unter der Mulde) Dolomit sein, während sie an einer andern (unter dem Sattel) mehr kalkig ist. Es werden ferner die zahlreichen Klüfte des Gesteins durch hineingeschwemmte Trümmer ausgefüllt, die ihrerseits, durch den Absatz von kohlensaurem Kalk aus den durchfiltrirten Gewässern, mit einander verkittet werden. Endlich möchten die Korallenbänke unserer Formation, der Voraussetzung nach, weniger dolomitisirt erscheinen, als die andern, durch Niederschlag oder mechanischen Absatz entstandenen Schichten, da, nach Bischof's Versuchen [2]), die thierische Materie das Kalkcarbonat vor der Auflösung schützt u. s. w. Ueber derlei Vorkommnisse lässt sich nur durch Autopsie an Ort und Stelle selbst ein Urtheil bilden und die durchs Experiment gefundenen Thatsachen werden in ihrer Wahrheit dadurch keineswegs beeinträchtigt.

1) Vergl. auch G. Bischof, a. a. O., Bd. II, S. 1168.
2) A. a. O., Bd. II, S. 1136.

Endlich dürften noch die scheinbar so chaotisch wechselnden Mengen der andern Gruppe der Dolomitbestandtheile, nämlich der unlöslichen Silikate (Thon + Schwefelkies), jedoch gleichfalls nur für oberflächlich gelegene Schichten und Blöcke, ihre gesetzmässige Erklärung finden. Nach allem Vorhergegangenen, ist schon mit grösster Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass in den Schichten, wo die Einwirkung der atmosphärischen Gewässer bereits stattgefunden hat, also in den gelben, die Menge der unlöslichen Silikate weit grösser sein müsse, als in den darunterliegenden und angrenzenden grauen; denn einestheils sind dieselben durch den Vorgang der Cämentation vermehrt worden, so wie anderntheils ihre Menge sich in dem Maasse relativ vermehren muss, als die löslichen Theile, der Kalk und die Magnesia, ausgewaschen werden. Solches zeigt sich auch in der That in den einzigen bis jetzt in verschiedenen Schichten untersuchten obersilurischen Dolomiten.

Unlösliche Silikate in 100 Theilen Dolomit.

	I. (Schrenk)	II. (Eigene Best.)
Gelbl. dolomit. Kalkstein von Linden	9,78	
Grauer dolomit. Kalkstein von Linden, aus demselben Block	7,58	
Gelbl. Dolomit von Tuttomäggi . .	14,61	15,58
Derselbe Dolomit, graue Schicht, 1/4 Zoll von der gelben entfernt . . .		14,88
Derselbe Dolomit, graue Schicht, aus dem Innern des Blocks . . .	12,81	12,81
Gelber Dolomit von Ohlo		18,98
Grauer Dolomit aus dem Innern desselben Blocks		13,43

Diese gesetzmässige Abnahme der Silikate gilt natürlicherweise nur von den in denselben Gesteinen oder denselben Blöcken und Handstücken aneinandergrenzenden gelben und grauen Gesteinlagen, nicht aber von den gelben und grauen dolomitischen Gesteinen überhaupt. Denn betrachten wir in dieser Hinsicht die sämmtlichen bis jetzt angestellten Analysen dolomitischer Gesteine, so finden wir nirgends Beziehungen zwischen der Farbe und dem Gehalt an unlöslichen Bestandtheilen; die letztern sind in den gelben, wie in den grauen, gleich mannigfaltig wechselnd, was auch aus den von Dr. Schrenk mitgetheilten Analysen der obersilurischen Gesteine hervorgeht.

Jener bunte Wechsel in der Quantität der in den obersilurischen Gesteinen enthaltenen Silikate, welcher dem ähnlichen Verhalten der Sandmengen im Schlamme an verschiedenen Stellen der Küste so ganz analog ist, scheint auch auf eine gleiche Ursache der Herkunft dieser Silikate hinzuweisen. Sie mögen zur Zeit der Dolomitbildung dieselbe Rolle gespielt und, wie noch heutzutage, durch Stürme, Brechwogen und Oertlichkeit bedingt, den zur silurischen Zeit erfolgenden Sedimenten im Meerwasser, als Meeressand, in sehr ungleichen Quantitäten beigemengt worden sein.

Die beständig vor sich gehende Auswaschung des kohlensauren Kalkes aus den dolomitischen Gesteinen, so wie überhaupt der sie treffende Angriff der Atmosphärilien muss ferner, ausser der bereits besprochenen „Verbleichung und Entfärbung" der Gesteinmassen, noch einen wesentlich andern Einfluss auf die äussere Beschaffenheit und das Ansehen dieser Gesteine ausüben. Die von Dr. Schrenk [1]) geschil-

1) a. a. O., S. 29.

derte, poröse und cavernöse Beschaffenheit vieler oberflächlichen, grosse Landstrecken Oesels, Moons und Westehstlands einnehmenden Dolomitmassen, so wie das rauhe, zerfressene Ansehen vieler dieser „söhlig ausgebreiteten Platten und niedrigen Klippen“ und die grosse Härte derselben werden lediglich von jenen Ursachen bedingt sein. Auch ist das Zerstörtwerden der Petrefakten, das Verschwinden der kalkigen Schalen der organischen Reste, die Blosslegung der Steinkerne, hiermit im Zusammenhang. Es dürfte überhaupt von Interesse sein die chemischen Verhältnisse der Petrefakten in den dolomitischen Gesteinen näher zu verfolgen.

Es ist klar, dass durch die allmälige Auslaugung des kohlensauren Kalkes, welche durch die ewig wirksame Feuchtigkeit und niedere Temperatur der von häufigen Thonlagern durchzogenen Gesteine ausserordentlich begünstigt wird, grosse Massen Kalkes wieder ins Meer gelangen müssen, um dort theils mit den Magnesiasalzen abermals Niederschläge zu bilden, theils aber von den thierischen Organismen zur Bildung ihrer Kalkschalen verwendet zu werden; es folgt ferner daraus, dass die aus den silurischen Schichten hervordringenden Quellen vorwiegend Kalksalze enthalten müssen, was durch Analysen dieser Quellen indessen noch zu rechtfertigen wäre.

Diese massenhafte Entfernung der Kalksalze, so wie das daraus gefolgerte Vorwiegen derselben in der Zusammensetzung der Quellwasser dieser Schichten, kann endlich nicht ohne bedeutenden Einfluss bleiben auch auf die Zusammensetzung des Meerwassers, zum Wenigsten in der Nähe der Küsten. Es muss auch hier, unter den Salzen des die silurischen Küsten bespülenden Seewassers, der Kalk eine vorwiegende Stelle einnehmen.

Aus den Analysen meines Vaters [1]) ergibt sich die Menge des schwefelsauren Kalks in dem bei 100° C. trockenem Salzrückstande des Seewassers von Catharinenthal, bei Reval, zu 9,89 pC. und in dem des Hapsaler Seewassers zu 9,76 pC., was verhältnissmässig sehr bedeutende Quantitäten sind, da von allen mir zu Gesichte gekommenen Seewasseranalysen keine einzige, in Bezug auf die sämmtliche als Gyps berechnete Kalkmenge, diese Zahlen erreicht. Aus der von Mulder [2]) mitgetheilten Tabelle über mehr als 15 von ihm nach einer Norm berechneten, von den verschiedensten Chemikern ausgeführter Analysen vom Wasser der Nordsee und des atlantischen Oceans folgt, dass, wenn wir eine dieser Analysen (von Riegel [3])) ausnehmen, die Menge des schwefelsauren Kalks zwischen 1,6 bis 5,8 pC. der wasserfreien Salze ausmacht. Das Mittel aus sämmtlichen aufgeführten Analysen (Riegel's mit inbegriffen), das Aequivalent des in ihnen vorhandenen kohlensauren Kalks als Gyps mit hinzugezählt, beträgt 4,26 pC.

Jener grosse Gypsgehalt im Hapsaler und Catharinenthaler Seewasser macht deshalb erneuerte Bestimmungen wünschenswerth. Die Angaben meines Vaters werden indessen durch die Bestimmungen des Hrn. Prof. Schmidt insofern bestätigt, als, nach diesen, in den wasserfreien Salzen des Seewassers bei Chudleigh (Nordostküste Ehstlands) 6,07 pC.

---

1) Das Seebad bei Pernau an der Ostsee, von Dr. Fr. Goebel. Dorpat und Leipzig, 1845.

2) Scheikundige Onderzoekingen, VI. Deel, 1de Stuck, und daraus im Auszuge in Erdmann's Journ. Bd. 55, S. 502.

3) Dieselbe betrifft das Seewasser bei Havre de Grâce und gibt den Gypsgehalt zu 7,6 pC. der Salze an. Figuier und Mialhe, welche dasselbe Wasser bei Havre analysirten, fanden nur 3,7 pC. der Salze an Gyps. (Journ. de pharmacie, 3me Série, T. XIII, p. 408.)

Gyps vorhanden sind, was gleichfalls den Kalkgehalt der andern Meere weit hinter sich lässt. Die jedoch immerhin noch bedeutende Differenz von den Angaben meines Vaters findet mit vieler Wahrscheinlichkeit ihre Erklärung darin, dass die Ostsee bei Hapsal und Reval tief ins Land eindringende, seichte Buchten bildet, deren Wasser nur mit Langsamkeit der hohen See sich beimischt und die, auf weite Strecken hin, keine Flüsse von Bedeutung aufnehmen, während bei Chudleigh eine gerade, offenliegende Küste, mit steilem Felsenufer, die Vermischung der vom Lande kommenden Gewässer ausserordentlich begünstigt, und der verdünnende Einfluss der etwa 25 Werst von Chudleigh ins Meer stürzenden, meist Gewässer der devonischen Formation führenden Narowa ein wesentliches Moment für den geringern Salzgehalt im Allgemeinen, wie im Einzelnen, abgeben muss.

John Davy fand, auf seiner Reise von Barbados nach England, im November 1848, aus seinen eigens zu diesem Zweck angestellten Versuchen, dass das Seewasser in der Nähe von Kalksteinküsten stets reicher an Kalk ist, als an solchen Küsten, die keinen anstehenden Kalkstein zeigen, so wie ferner, dass es in der Nachbarschaft des Landes überhaupt einen grössern Kalkgehalt führt, als auf hoher See, da hier nur schwefelsaurer Kalk, dort aber überdies stets durch freie Kohlensäure in Auflösung erhaltener kohlensaurer Kalk gefunden wurde [1]). Alle diese Verhältnisse haben sicherlich

---

1) Philos. Magaz. Bd. XXXV, S. 232, im Auszuge Pharm. Centralbl. 1849, S. 826. — Hiernach sind in 100 Theilen Wasser:

Carlisle Bay	0,113	Gyps	(Kalkküste).
29° 19′ N. Br. und 50° 45′ L. . .	0,02	—	(hohe See).
Eine Meile von Fayal . . .	0,09	—	(vulkanisches Terrain).
15 Meilen von Portland Head	0,04	—	

auch für die Ostsee ihre Geltung, wie dies schon die grossen Kalkmengen im Seewasser der ehstländischen Küste beweisen, und es wird der Kalkgehalt des Seewassers an den Küsten Liv- und Kurlands, so wie auf hoher See, von den Ufern entfernt, voraussichtlich ein weit geringerer sein.

Ausser dem Kalk, werden, wie sich dies bei der Analyse des wässerigen Dolomitauszuges zeigt, dem Meere noch die aus der Zersetzung der Schwefelkiese resultirenden leichtlöslichen Salze in grossen Mengen zugeführt. Diese üben, hauptsächlich in Form von Gyps, gleichfalls ihren Einfluss auf die Zusammensetzung der Oesel'schen Quellwasser aus. Betrachten wir die ungefähre Menge der auf diesem Wege gebildeten Schwefelsäure, so stellt sich solche keineswegs als gering heraus und sie dürfte mit eine Hauptursache des verhältnissmässig grossen Schwefelsäuregehalts im Seewasser der silurischen Küsten sowol, wie auch im Wasser der Wieken und seichten Strandbuchten Oesels abgeben [1]). Nehmen wir in den unzersetzten grauen Dolomiten und Kalksteinen nur 0,5 pC. feinzertheilten Eisenkieses an und setzen wir das spec. Gewicht dieser Gesteine durchschnittlich = 2,77, so wiegt ein Cubikfuss Dolomit 182,82 Pfd.; derselbe enthält 0,914 Pfd. Schwefelkies, durch dessen vollständige Zersetzung 1,218 Pfd.

Gypsgehalt der Ostsee, in 100 Theilen Wasser:

Catharinenthal, bei Reval,	0,062
Hapsal	0,062
Chudleigh	0,024 (Schmidt)
Pernau	0,070

Ueber den Gypsgehalt der andern Meere siehe die bereits erwähnte Tabelle von Mulder.

Da nun der Salzgehalt des Atlantischen und Stillen Oceans 3,26 bis 3,84 pC., der des Seewassers unserer silurischen Küsten aber nur 0,4 bis 0,6 pC. beträgt, so dürfte mithin die Ostsee, in der Nähe der silurischen Gebiete wenigstens, unter allen bis jetzt untersuchten, das relativ kalkreichste Meer der Erde sein.

1) S. die vorhergehende Abhandlung, S. 199.

wasserfreie Schwefelsäure geliefert werden. Nehmen wir an, dass die mittlere jährliche Regenmenge in unseren Provinzen 3 Fuss betrage, und dass diese niederfallenden Meteorwasser durchschnittlich eine zolldicke Schicht der Dolomite durchdringen und auslaugen, wobei sämmtliches Schwefeleisen in dieser Schicht vollständig oxydirt wird, so würden jene 3 Cubikfuss (198 Pfd.) Wasser aus einem Quadratfuss Dolomitgestein von Zolldicke 0,1015 Pfd. Schwefelsäure entfernen und das Wasser müsste, auf 10,000 Theile, 5,125 Theile Schwefelsäure enthalten. Diese Grösse übertrifft sogar den durchschnittlichen Schwefelsäuregehalt des Seewassers bedeutend. Nehmen wir aber auch nur an, dass der Schwefelkies in den Dolomiten bis zu einer Tiefe von einem halben Zoll völlig oxydirt wird, so ist die daraus resultirende Schwefelsäurequantität des Wassers immer noch um ein Vielfaches bedeutender, als sie in dem gewöhnlichen Quell- und Flusswasser enthalten zu sein pflegt, wie sich dies sogleich bei Betrachtung der Schwefelsäuremenge in zahlreichen Fluss- und Quellwasseranalysen ergibt [1]).

Die vorstehende Berechnung soll nur dazu dienen, um auf eine der Ursachen hinzuweisen, die den Schwefelsäurereichthum in dem Seewasser unserer flachen Küsten mit Wahrscheinlichkeit bedingen. Zu bemerken wäre noch dabei, dass die zu Grunde gelegte Menge des amorphen Schwefelkieses eine verhältnissmässig geringe ist, und die stellweis grossen Mengen in Krystallen und krystallinischen Knollen vorkommender Eisenkiese, so wie endlich der Umstand, dass ein, wenn auch sehr geringer Theil der so gebildeten Schwefelsäure gar nicht ins Meer gelangt, indem er, auf dem

1) S. die Fluss- und Quellwasseranalysen in Liebig's Jahresberichten.

Lande in den Kreislauf des organischen Lebens gezogen wird, ganz unberücksichtigt blieben.

In allen diesen die Dolomite betreffenden Thatsachen und Prozessen finden wir nun einen deutlichen Zusammenhang mit mehrern der im ersten Theile dieser Abhandlung entwickelten, nothwendigen Bedingungen zur Bildung unseres obersilurischen Seeschlammes an den Küsten und in den Wieken Oesels und des ihm benachbarten Littorales.

Es ist bereits mehrmals der Analogieen gedacht worden, welche eine Beziehung zwischen den obersilurischen dolomitischen Gesteinen und dem Schlamm, eine zuerst von Dr. Schrenk hervorgehobene Abhängigkeit der Schlammbestandtheile von den Dolomitbestandtheilen beweisen. Ohne uns deshalb weit in das vage Gebiet geologischer Hypothesen zu begeben, kann man sich dennoch des nahe liegenden Gedankens nicht entschlagen, dass dem Absatz der die obersilurischen Dolomite bildenden Gemengtheile in dem silurischen Urmeere gleiche Ursachen und Erscheinungen zu Grunde lagen, welche noch heute im Kleinen die Anhäufung von Schlamm und Detritusmassen auf dem Grunde und an den Küsten unserer Ostsee bewirken.

Es mag uns völlig gleichgültig sein, zu wissen, ob die Dolomitbestandtheile ursprünglich direkt durch die Auslaugung und Zerstörung krystallinischer Gebirgsmassen, kalk- und magnesiareicher Hornblenden, Augite und Labradore, oder aus der Zerstörung älterer sedimentärer Gebilde derselben Art, oder aber, was am Wahrscheinlichsten ist, von beiden genannten, stets gleichzeitig wirksamen Ursachen zugleich hervorgingen.

Der so ungleiche Gehalt der dolomitischen Gesteine an Silikaten, welche, den einstigen Meeressand repräsentirend, in deren Bestand häufig zu einer solchen Menge anwachsen, dass dadurch das Gestein, einen mergeligen Charakter gewinnend, oft in förmliche Mergellager übergeht [1]), weist schon darauf hin, dass der Boden des einstigen Urmeeres, auf dem sich diese dolomitischen Niederschläge bildeten, den wechselvollsten Strömungen, die innerhalb langer Zeitperioden in der Richtung sich gleichblieben, unterlag, so dass, aus einer genauen Kenntniss des vergleichenden Gehalts an unlöslichen Silikaten in den unzersetzten dolomitischen Schichten von gleichzeitiger Entstehung, die ungefähre Configuration der damaligen Inselküsten und die Richtung der zur obersilurischen Zeit in jenen Gegenden herrschenden Winde, mit einiger Wahrscheinlichkeit sich construiren lassen würde.

Der damalige Process der Niederschlagung dolomitischer Kalksteine (Forchhammer) musste durch die höhere Temperatur des Meeres und vielleicht auch durch den zur Zeit stattfindenden Luftdruck in hohem Grade begünstigt werden.

Die zu jener Zeit im Schlamm des silurischen Seebeckens in gleicher Weise, wie heute, stattfindende Schwefelkiesbildung wurde durch die Verwesung jetzt verschwundener, urweltlicher Meerespflanzen, so wie einer reichen und grossartigen Mannigfaltigkeit paläozoischer Gebilde, Crustaceen und Mollusken, beschleunigt. Neben und zwischen den entstehenden Korallenbänken, durfte jener dolomitische Schlamm in unsern von direkter plutonischer Einwirkung seit dessen Entstehung stets verschont gebliebenen Gegenden sich ruhig ablagern und, im Laufe der geologischen Perioden, einer durch

1) Schrenk, a. a. O., S. 46.

Austrocknung, Krystallisation und Metamorphose allmälig erfolgenden Erhärtung zu festem Gestein entgegengehen, ohne auch in der Folge durch gewaltsame, aus dem Erdinnern wirkende Kräfte in seiner horizontalen Lagerung gestört worden zu sein, in ähnlicher Weise, wie die noch jetzt erzeugten, mit Diluvialmassen gemengten Absätze, durch allmäliges Austrocknen und Erhärten, in dem äonendauernden Kreislauf der Zerstörung und Neubildung alles Materiellen begriffen sind.

IV.

Die Salzquellen zu Staraja-Russa,

mit Rücksicht auf die Möglichkeit des Erbohrens sudwürdiger Soolen in den Ostseeprovinzen.

Von Professor Dr. C. Schmidt.

Vorgelegt im Januar 1854.

Uebersicht.

Seit G. v. Helmersen [1]) und L. v. Buch [2]) die bedeutende Entwickelung des devonischen Systems im nordwestlichen Russland ausser Zweifel gesetzt und dessen Grenzen, bald darauf, von Murchison, Verneuil und Keyserling [3]) in bestimmterer Weise für das Düna-, Wolchow- und Onega-Gebiet festgestellt wurden, erhielten die Soolquellen am Ilmensee das grösste geologische Interesse. Sie boten ein Beispiel des Aufsteigens von Salzquellen aus den ältesten paläozoischen Schichten, deren bedeutende Mächtigkeit durch gleichzeitige Bohrversuche ermittelt wurde, während ihre Horizontalität und Gleichförmigkeit in diesem ganzen Gebiete zu der Hoffnung berechtigte, auch auf andern Punkten desselben sud-

1) Bulletin scientifique de l'Academie de St. Pétersbourg. T. VII, p. 69 ff. und T. VIII, p. 166 ff. (1840.)

2) Karsten's und Dechens' Archiv. XV, p. 59 ff. (1840.)

3) The geology of Russia in Europe and the Ural mountains. London 1845. I, p. 41—69.

würdige Soolen erbohren zu können. Diese Hoffnung wurde nicht wenig durch das häufige Auftreten mächtiger Gypslager gehoben, die vom Peipus-See südwestlich zum Dünagebiete hin, als gliederreiche Kette, bei Isborsk, Adsel, Allasch, Dünhof, Schlok, Birsen etc. zu Tage traten.

Da die Fluss- und Quellensysteme des baltisch-devonischen Gebietes vom Waldaiplateau entspringen, zu dem sich die Kalk-, Thon- und Mergelschichten desselben allmälig, ohne plötzliche Störungen oder Verwerfungen, erheben, so erscheint die Uebertragung der an den Salzquellen und Bohrsoolen des Ilmengebietes beobachteten Verhältnisse auf entferntere Punkte desselben Systems hinlänglich gerechtfertigt.

Unter diesen sind die bei Staraja Russa am Polist, einem Nebenflusse des Lowatj, unter 57° 59′ nördl. Breite und 49° 1′ östlicher Länge vom ersten Meridian (39° 1′ von Paris), aufsteigenden bei Weitem die bedeutendsten.

An der Westseite des Ilmensees, beim Dorfe Mschtaga und an der Grenze des Pskow'schen Gouvernements, beim Flecken Ssolitza (58° 8′ nördl. Br. und 48° 2′ östl. L.), entspringen ähnliche Soolquellen. Auf der Ansiedelung Nowaja Russa, 100 Werst südlich von Staraja Russa, an der Mündung der Bjelaja in die Pola, sind noch jetzt Reste alter Soolröhren sichtbar, und ein Dorf auf dem Waldaiplateau, zwischen den Städten Waldai und Korstzy, führt noch jetzt den Namen Siedehaus (Warnitza [1])).

Die erste der Mschtager Soolquellen entspringt im Dorfe selbst, 350′ vom Ufer des Schelonj; sie bildet einen kleinen Teich von circa 25′ Durchmesser, an dem eine Mühle

1) Tschaikowsky und Warwinsky, über die Soolquellen des Nowgorod'schen und Pskow'schen Gouvernements, im Горный журналъ, 1826. XI, p. 39—48.

erbaut ist. Die Soole hat 1 1/2° Beaumé = 1,0105 spec. Gew. und soll vor Zeiten versotten worden sein.

Die zweite Quelle entspringt 2 Werst von der vorigen, in einem schwer zugänglichen Moore. Die Messstange dringt 14′ ohne Hinderniss ein, sie zeigt 3/4° Beaumé = 1,0051 spec. Gew., offenbar durch starken Süsswasserzufluss verdünnt. Noch vor wenigen Jahrzehnten stack eine starke Soolröhre darin.

Die dritte entspringt 12 Werst von Mschtaga, beim Dorfe Podgotschei an einem kleinen in dem Ilmensee mündenden Süsswasserbache; sie zeigt 1 1/4° Beaumé = 1,0086 spec. Gew.

Die vierte, 2 Werst von der vorigen, beim Dorfe Uglach, ist stärker als jene, der ersten ähnlich; ihr Gehalt ist 1 1/4° Beaumé = 1,0086 spec. Gew.

Die fünfte, an einem Nebenflüsschen des Schelonj, nur bei niedrigem Wasserstande sichtbar, entspringt 4 Werst von Mschtaga. Die Soole zeigt 1 1/2° Beaumé = 1,0105 spec. Gew.; sie würde, wie die frühern, bei Abschluss des zuströmenden Wassers, bedeutend concentrirter sein.

Die sechste entspringt 2 Werst von Mschtaga, am jenseitigen Ufer des Schelonj und zeigt 1° Beaumé = 1,0069 spec. Gew.

Alle sechs sprudeln mit bedeutender Kraft auf und werden daher von den Umwohnern Sprudelquellen (Kipùn) benannt. Ihr Geschmack ist salzig-bitterlich; sie riechen nach Schwefelwasserstoff.

Bei Nowaja Russa sind, wie erwähnt, noch jetzt alte Soolröhren und Plätze, auf denen Siedereien oder Magazine standen, sichtbar. Der Ursprung derselben datirt weit hinauf; sie sollen beim Einfalle der Litthauer, im Anfange des 15. Jahrhunderts, zerstört worden sein. Inmitten eines jetzt un-

zugänglichen Morastes sollen die Salzquellen entsprungen sein und einen Teich gebildet haben. Das Hauptrohr soll reiche Soole geliefert haben, aber von den Umwohnern verschüttet worden sein, aus Furcht, bei Wiederaufnahme des Salinenbetriebs, ihre Felder und Wiesen zu verlieren. Im ersten Viertel unseres Jahrhunderts liess der damalige Besitzer der Gegend, durch diesen Sumpf einen tiefen Graben ziehen; die aufgeworfene Erde soll sich Tags darauf beim Trocknen mit einem weissen Salzanfluge bedeckt haben, doch wurden die Nachgrabungen nicht weiter fortgesetzt. Das Wasser in den alten Soolröhren, wie das des Sumpfes selbst, ist süss, zeigt aber den eigenthümlichen Soolgeruch.

Beim Dorfe Ladomerka, 20 Werst nordöstlich von Staraja Russa, liegt ein kleiner Sumpf, dessen Oberfläche sich, nach Aussagen der Umwohner, von Zeit zu Zeit mit auswitterndem Salze bedecken soll.

Das Dorf Warnitza (Siederei) endlich erinnert nur dem Namen nach an Salinenbetrieb; die umliegenden Quellen riechen nach Schwefelwasserstoff, liefern aber süsses Wasser.

Die Soolquellen des Pskow'schen Gouvernements gehören dem Flussgebiete des Schelonj an.

Eine entspringt unweit der Mündung des Polona in den Schelonj, beim Gute Koroskowa, inmitten des Flussbettes mit zahlreichen, circa 50 □' bedeckenden Mündungen. In dieselben hineingesteckte Stangen werden mit ziemlicher Kraft emporgeschleudert.

Eine zweite steigt am rechten Schelonjufer, nordöstlich vom Gute Kostijschitz, aus 7 über einen Raum von circa 20 □' vertheilten Mündungen auf; sie ist durch Süsswasserzufluss stark verdünnt.

Zwei andere treten am linken Schelonjufer bei Schilskoe zu Tage; die eine hart am Ufer; die andere am Quell eines in den Sitno fliessenden kleinen Bergbaches, nordöstlich von seiner Mündung; ihre Soole ist sehr schwach.

Die bedeutendste dieser Quellen im Pskow'schen Gouvernement entspringt beim Dorfe Ssolza, am linken Schelonjufer, mit 2 circa 80′ von einander entfernten Mündungen; sie sprudelt kräftig empor, ihr Geschmack ist rein salzig.

Physisch-chemische Constitution der Soolquellen zu Staraja Russa.

a) Die ursprünglichen Quellen 1825.

Die vor Anlage der Bohrlöcher zum Salinenbetrieb dienenden Soole sprudelt am Ostende der Stadt aus zahlreichen Quellen empor, deren grösste eine Art Fontaine bildet. In letztrer steckt seit alten Zeiten ein noch wolerhaltenes hölzernes Rohr, das der Sage nach tief hinabgehen soll, obschon Messstangen nur 40′ hinabreichen. Der Quell steigt 20′ hoch auf und gibt in einer Minute 94 Cubikfuss Soole. Die von H. H. Hess (dem nachmaligen Akademiker) 1825 ausgeführte Analyse ergab Folgendes [1]:

7235 gran Soole, in der Platinschale eingetrocknet und geglüht, hinterliessen 219 gran = 3,027 pC. an der Luft zerfliesslichen Rückstand.

912 gran gaben, mit Chlorbaryum versetzt, 3,3 gran schwefelsauren Baryt = 0,124 pC. SO_3 aeq. 0,211 pC. CaO, SO_3.

---

1) Herrmann. Henric. Hess, nonnulla de fontibus medicatis praesertim in Ruthenia obviis. Dorpati 1825, p. 46—49. (Inauguraldissertation.)

912 gran durch Ammoniak 1,5 gran Niederschlag (geglüht), das sich auf nassem Wege und vor dem Löthrohr als reine Thonerde herausgestellt haben soll, das Filtrat mit oxalsaurem Kali versetzt, der Kalkoxalat-Niederchlag geglüht, eine Quantität kohlensauren Kalks aequiv. 1,41 gran CaO = 0,155 pC. CaO.

912 gran mit kohlensaurem Ammoniak gefällt, das Filtrat mit phosphorsaurem Ammoniak und Kali geprüft, keinen Niederschlag, demnach Abwesenheit von Magnesia.

912 gran, mit Natriumplatinchlorid eingetrocknet, hinterliessen beim Auflösen in Wasser keinen Platinsalmiak.

Jede der vier letztern Portionen war vor der Fällung auf je 480 gran eingedampft worden, demnach frei von doppelt kohlensauren alkalischen Erden, Eisenoxydul und freier Kohlensäure. Der Chlorgehalt wurde nicht direkt bestimmt, was um so mehr zu bedauern ist, als er eine wichtige Controle geliefert hätte.

Nimmt man den Ammoniak-Niederschlag als durch etwas kohlensäurehaltiges Ammoniak gefälltes Gemenge von CaO, CO_2 und MgO, HO, nach dem Glühen etwa aus gleichen Theilen MgO und CaO, CO_2 bestehend, an [1]), so erhält man aus diesen Daten

---

1) Ein aus concentrirtem Soolwasser durch etwas altes an der Luft gestandenes Ammoniak erhaltener Niederschlag hat diese Zusammensetzung; die Arbeit war ein Erstlingsversuch des später ausgezeichneten Verfassers. Die eigene Annahme desselben würde die höchst unwahrscheinliche Zusammensetzung ergeben: In 1000 Theilen:

NaCl . . .	25,2
Al_2, Cl_3 . .	6,3
CaO, SO_3 .	2,1
Ca, Cl . .	1,4
	35,0
Wasser	955,6,

wobei das Wasser sauer reagiren und schmecken müsste.

in 1000 Theilen Wasser:

Chlornatrium	24,0
Schwefelsauren Kalk .	2,1
Chlorcalcium	2,3
Chlormagnesium . . .	1,9
Summe fester Stoffe .	30,3
Wasser	969,7
	1000,0.

b) Die erbohrte Soole 1836.

Die Hoffnung, auf Salzlager zu stossen, oder mindestens concentrirtere Soole zu erhalten, veranlasste 1819—1834 das Niedertreiben zweier Bohrlöcher, aus deren einem bei 665′, dem andern bei 735′ Tiefe die Soole mit bedeutender Kraft empordrang. Die durchsunkenen Straten glichen den am Westufer des Ilmensees und nördlich von demselben, auf dem Wege nach St. Petersburg, blosgelegten; mehr oder minder eisenschüssige thonige Kalksteine lagern über abwechselnden Schichten bunter Thone und lockern Kalk- und Glimmerreichen Sandsteins mit grünlichem plastischem Thone im Liegenden. Die Temperatur der Soole in beiden Bohrlöchern ist + 13° C., nahezu constant in allen Jahreszeiten; sie liefern zusammen 220 Cubikfuss Soole in einer Minute [1]).

Herr Neljubin unterwarf dieselbe 1836 der Analyse [2]); ihre Dichtigkeit war 1,0119; sie enthielt 1,945 pC. fester Bestandtheile, und zwar

1) Dr. von Welz, über die Wirkung und Anwendung der Soolquellen zu Staraja Russa. Petersburg 1843. 8. p. 19.

2) Ibid. pag. 21. Das Detail der Analyse, falls Herr N. dasselbe veröffentlicht haben sollte, ist mir leider nicht zugänglich. Im Горный журналъ, den Annales des Mines und dem Bulletin, so wie den Abhandlungen der St. Petersburger Akademie findet sich nichts darüber.

in 1000 Theilen:

Chlornatrium	15,074
Schwefelsauren Kalk . . .	1,736
Chlorcalcium	1,562
Chlormagnesium	0,868
Brommagnesium	0,0027
Jodnatrium	0,0002
Kohlensauren Kalk . . .	0,122
Kohlensaure Magnesia . .	0,028
Eisenoxyd	0,017
Kieselsäure	0,043
	19,453

c) Dieselbe 1853.

Die wichtigen Resultate der seitdem angestellten geognostischen Untersuchungen von G. v. Helmersen, L. v. Buch und den Verfassern der „Geology of Russia“, so wie die ausgedehnte Anwendung der Soole und der Salinenprodukte, machten neue umfassendere Analysen nothwendig. Herr Dr. Rieder, dasiger Badearzt, übersandte mir zu diesem Zwecke:

1) 2 Flaschen Soolwasser, à 20 Litre, unmittelbar aus dem Bohrloch aufgefangen,
2) 1 Flasche, à 10 Litre, Mutterlauge,
3) 1 Flasche Schlamm, à 3 Litre, aus dem Salzteich,
4) 1 Bündel Dornstein, nach 18jährigem Gradiren (1834 bis 1852),

die er Anfangs Januar 1853 sorgfältig eigenhändig an Ort und Stelle gefüllt, verharzt und wohlverpackt hergesandt hatte. Alle folgenden Bestimmungen beziehen sich auf dieses Material.

1) Soole.

Dieselbe ist klar, farblos, völlig neutral, geruchlos, trübt sich beim Stehen an der Luft oder Erhitzen zum Sieden und

setzt ein gelbes Gemenge von kohlensaurem Kalk, Magnesia und Eisenoxydhydrat ab.

Dichtigkeit bei + 15° C. im luftleeren Raume

$$= \frac{39,1952}{38,5981} = 1,01547.$$

1 Litre Soolwasser wiegt bei der Temperatur der Quelle (+ 13° C.) 1014,9 Grammen.

α) 1200 grm., mit Chlorbaryum versetzt, gaben 4,116 gr. BaO, SO_3.

β) 2400 grm., mit oxalsaurem Ammoniak gefällt, den Kalkoxalatniederschlag mit Schwefelsäure befeuchtet, geglüht 11,535 CaO, SO_3.

γ) 1300 gr. nach Fällung des Kalks, mit phosphorsaurem Ammoniak versetzt, 2,720 $2\,MgO, PO_5$.

δ) 1500 gr., nach Fällung der MgO und SO_3 durch Baryt-hydrat, des BaO-Ueberschusses und CaO durch kohlensaures Ammoniak, und schliessliches Verjagen der Ammoniaksalze durch Glühen 20,647 gr. KCl+NaCl, woraus durch Platinchlorid 0,627 gr. $KPt\,Cl_3$.

ε) 300 gr., mit AgO, NO_5 gefällt, 13,383 gr. AgCl+Ag Br.[1]

ζ) 1000 gr. mit Chlorwasser und titrirter Bromlösung 0,023 Brom.

η) 1000 gr. durch Kochen für sich 0,090 gr. kohlensauren Kalk, Magnesia und Eisenoxyd, woraus

$$\begin{cases} 0,109 \quad CaO, SO_3 \quad \text{aeq.} \quad 0,0801 \quad CaO, CO_2 \\ 0,0135 \quad 2\,MgO, PO_5 \quad — \quad 0,0101 \quad MgO, CO_2 \\ 0,0036 \quad Fe_2\,O_3 \quad — \quad 0,0052 \quad FeO, CO_2 \end{cases}$$

1) Die analytischen Data α bis ε sind Summen von je 3 bis 4 unter einander wol übereinstimmenden Einzelbestimmungen. Der Sachkenner wird den dadurch erzielten Genauigkeitsgrad leicht ermessen. Die Brombestimmung ist das Mittel aus volumetrischen Vergleichen mit einer auf 0,1% Br titrirter Normalbromlösung.

durch Uebersättigen mit kohlensaurem Natron, Eintrocknen mit HCl-Ueberschuss und Wiederaufnahme in Wasser 0,0011 SiO_3.

ϑ) 1000 gr. auf $1/6$ Vol. verdampft, mit Alkohol gefällt 2,098 CaO, $SO_3 + CaO$, MgO, CO_2 und Fe_2O_3, die Alkohollösung eingetrocknet, geglüht 17,256 gr., bei deren Wiederauflösen in Wasser ungelöst zurückblieben

0,384 gr. MgO
aeq. 0,937 gr. MgCl + MgBr.

Zu addirende Differenz 0,553 gr., demnach Summe wasserfreier Salze = 19,907.

ι) 1000 gr. mit Barytwasser gefällt, den Niederschlag im Kohlensäurebestimmungs-Apparat zersetzt 0,282 gr. CO_2 = 149,6 Cub. cent. bei + 13° C. (der Quellentemperatur).

In 3 Litren Wasser konnte weder durch Chlorpalladium noch durch Chlorwasser und Stärkmehl, selbst nach dem Fällen mit kohlensaurem Natron, Eintrocknen des Filtrats, Ausziehen mit Alkohol und abermaliges Eintrocknen, Jod entdeckt werden; grössere Quantitäten der Mutterlauge ergaben das gleiche negative Resultat. Spuren von Phosphorsäure wurden durch Molybdänsaures Ammoniak und Salpetersäure, höchst geringe Spuren von MnO und Al_2O_3 im Fe_2O_3 des durch Kochen erhaltenen Niederschlages η, in wägbarer Menge concentrirt im Dornsteine nachgewiesen. Aus diesen Daten ergibt sich die Zusammensetzung:

In 1000 Theilen Soole (Januar 1853).

Chlornatrium . . .	13,637		
Chlorkalium	0,128		
Schwefelsaurer Kalk .	1,999		
Chlorcalcium	2,201		
Chlormagnesium . .	1,749		
Brommagnesium . .	0,0264		
Kohlensaurer Kalk . .	0,0801	aeq. dopp.-kohlens. Kalk . .	0,1153
— Magnesia	0,0101	— — Magnesia	0,0166
— Eisenoxydul	0,0052	— — E.-oxydul	0,0072
Kieselsäure	0,0011		
Phosphorsäure, Thonerde, kohlens. Manganoxydul :	Spuren		
Summe wasserfr. Salze	19,857		
Kohlensäure	0,238		
Wasser und Spur organischer Substanz .	979,905		

Dieselbe mit Hinzuziehung des 2. Kohlensäureäquivalents der kohlensauren Salze 19,901

Kohlensäure 0,195

Kohlensäurevolum mit Einschluss des zweiten CO_2-Aequivalents der doppelt-kohlensauren Salze bei 13° C. . . . . = 126,4 Cub. cent.

Kohlensäurevolum mit Ausschluss desselben, d. h. freie Kohlensäure . . . . = 103,2 Cub. cent.

Controlen.

A) *Aus der Summe der Salze.*

Durch Combination sämmtlicher Einzelbestimmungen wurde die Summe der Salze bestimmt . . . . = 19,857 p. M.

Durch direktes Verdampfen mit den durch Verflüchtigung von HBr. und HCl während des Glühens benöthigten Corrections-Bestimmungen wurden erhalten . . . . 19,907 p. M.

B) *Aus dem Gesammt-Chlorgehalt.*

13,637 gr.	NaCl	enthalten	8,276	Chlor.
0,128 gr.	KCl	—	0,061	—
2,200 gr.	CaCl	—	1,407	—
1,749 gr.	MgCl	—	1,307	—
		Summe	11,051	Chlor.

1000 gr. Soole gaben 44,610 gr. AgCl, AgBr (ε)
— 0,023 gr. Brom aeq. 0,054 gr. AgBr
Differenz 44,556 gr. AgCl, worin 11,013 Chlor.

C) *Aus dem Gesammt-Schwefelsäuregehalt.*

1000 gr. Wasser gaben durch Alkohol (ϑ) 2,098 Gyps + kohlens. Erden.
1000 gr. — — — Kochen (η) 0,090 kohlensaure Erden.
Differenz = 2,008 gr. schwefels. Kalk.

1000 gr. Wasser gaben durch Chlorbaryum 3,430 BaO, SO_3 aeq. . 1,999 gr.

2) *Mutterlauge.*

Oeldicke hellbräunliche Flüssigkeit, bei längerem Stehen unter 0° grosse wasserhelle Krystalle absetzend. Reaction neutral, Geschmack bitter, geruchlos. Die Färbung von organischer Substanz herrührend, da der Salzrückstand geglüht farblos erscheint.

2504 gr. Salinenmutterlauge zerfallen unter 0° in
a) 1363 gr. Krystalle = 54,434 pC.
b) 1141 gr. Fluidum = 45,566 pC.

a) Krystalle.

0,905 gr. mit oxals. Ammoniak gefällt, der Niederschlag mit Schwefelsäure geglüht 0,4205 gr. CaO, SO_3, das Filtrat mit phosphorsaurem Ammoniak 0,127 2 MgO, PO_5.

2,673 gr. mit Barytwasser, das Filtrat mit kohlensaurem Ammoniak gefällt, das eingetrocknete Filtrat geglüht 0,0135 gr. KCl + NaCl.

10 gr. mit titrirter Bromlösung 0,0126 Brom.

2,2505 gr. eingetrocknet, geglüht 1,0275 gr. Rückstand = 45,656 pC.; beim Wiederauflösen in Wasser ungelöst zurückbleibend 0,074 MgO

= 3,288 pC. aeq. { 0,145 pC. MgBr. / 7,728 pC. MgCl.

7,873 pC. MgBr + MgCl.
— 3,288 pC. MgO.

Zu addirende Differenz = 4,585 pC.
plus scheinbarem Rückstande = 45,656 pC.

Wahre Summe der Salze = 50,241 pC.

Die Lösung mit oxalsaurem Ammoniak gefällt, der Niederschlag mit SO_3 geglüht 1,028 gr. CaO, SO_3.

b) Flüssig bleibender Theil.

Dichtigkeit bei + 14° C. im luftleeren Raume

$$= \frac{35,5534}{25,6935} = 1,3837.$$

2,9505 gr. mit oxalsaurem Ammoniak gefällt, der Niederschlag mit SO_3 geglüht 0,5975 CaO, SO_3, das Filtrat mit phosphorsaurem Ammoniak 0,765 2MgO, PO_5.

4,352 gr. in gleicher Weise behandelt { 0,876 CaO, SO_2 / 1,148 2MgO, PO_5.

5,670 gr. mit Barythydrat, dann mit kohlensaurem Ammoniak gefällt, das Filtrat eingetrocknet und geglüht 0,0445 KCl + NaCl, woraus durch $PtCl_2$ 0,036 $KPtCl_3$.

10 gr. mit titrirter Bromlösung 0,0256 gr. Brom.

3,048 gr. eingetrocknet, geglüht 0,9045 Rückstand = 29,676 pC., beim Wiederauflösen in Wasser ungelöst zu-

rückbleibend 0,214 MgO = 7,021 pC. MgO

aeq. { 0,295 pC. MgBr
16,509 pC. MgCl

16,804 pC. MgBr + MgCl.
— 7,021 pC. MgO.

Zu addirende Differenz = 9,873 pC.
plus scheinbarem Rückstande = 29,676 pC.

Wahre Summe der Salze = 39,459 pC.

1,824 gr. mit AgO, NO_5 gefällt 2,016 AgCl + AgBr.

Demnach enthalten:

	100 Theile Krystalle.	100 Theile flüssig bleibender Theil.
Chlorcalcium	37,575	16,466
Chlormagnesium	11,818	22,013
Brommagnesium	0,145	0,295
Chlornatrium, Chlorkalium	0,505	0,785 = { 0,591 NaCl, 0,194 KCl }
Summe der Salze	50,043	39,559
Wasser und Spur org. Substanz	49,957	60,441
	100,000	100,000

Controlen.

A) *Aus der Summe der Salze.*

	a) Krystalle.	*b*) Flüssiger Theil.
Durch Combination der Einzelbestimmungen erhalten	50,043	39,559 pC. Salze.
Direkt bestimmt, incl. Glühverlustcorrection	50,241	39,459 pC. Salze.

B) *Aus dem Gesammt-Chlorgehalt.*

16,466 gr. CaCl enthalten	. . . .	10,528 pC. Chlor.	
22,013 gr. MgCl —	. . . .	16,447 pC. —	
0,591 gr. NaCl —	. . . .	0,359 pC. —	
0,194 gr. KCl —	. . . .	0,092 pC. —	
	Summe =	27,426 pC. Chlor.	

1,824 gr. gaben 2,016 AgCl + AgBr.
— 0,011 AgBr.
= 2,005 AgCl aeq. . 27,17 pC. Chlor.

Demnach zerfallen unter 0° 100 Th. Mutterlauge in

	54,434 Krystalle.	45,566 flüssigen Theil.	Summe.	
Chlorcalcium . . .	20,454	7,503	27,633	
Chlormagnesium .	6,433	10,030	16,463	
Brommagnesium .	0,079	0,134	0,213	
Chlornatrium } Chlorkalium }	0,275	0,358	0,633 =	{0,477 NaCl. {0,156 KCl.
Summe der Salze	27,241	18,025	45,266	
Wasser und Spur org. Substanz	27,193	27,541	54,734	
	54,434	45,566	100,00	

Beim Einsieden der Soole werden demnach zunächst die als doppelt-kohlensaure Salze gelösten Carbonate (kohlensaurer Kalk, Magnesia und Eisenoxydul) nebst den Spuren von Manganoxydul, Thonerde, Phosphorsäure und Kieselsäure gefällt, soweit dieselben nicht schon beim Gradiren mit einem Theil des Gypses am Dornreis blieben, dann krystallisirt der Rest dieses Letztern, dann Chlornatrium mit dem grössten Theil des Chlorkaliums, endlich wird bei stärkster Concentration auch ein kleiner Theil des Brommagnesiums und Chlor-

magnesiums unter Entweichen von Bromwasserstoff und Chlorwasserstoff und Fällung von Magnesiahydrat durch die bedeutende Temperaturerhöhung zerlegt. Aus der Mutterlauge krystallisirt unter 0° CaCl, 6 aq., dann MgCl, 6 aq. heraus; es bleibt in der dadurch verdünnten rückständigen Flüssigkeit vorzugsweise Chlormagnesium, Brommagnesium und der Rest des Chlorcalciums gelöst.

Es binden nämlich nach der Formel

CaCl, 6 aq. .	37,57 CaCl . .	36,58 HO.
MgCl, 6 aq. .	11,82 MgCl .	13,45 HO.
Theoretische Summe des Krystallwassers		50,03 HO.
Die Krystalle enthalten		49,96 HO.

3) *Dornstein.*

Beim Hinabtröpfeln der Soole über die Dornwände des Gradirwerks entweicht die Kohlensäure, die Soole wird concentrirter, doppelt-kohlensaurer Kalk, Magnesia, und Eisenoxydul in einfach-kohlensaure Salze verwandelt, letzteres zu Eisenoxydhydrat oxydirt, der schwefelsaure Kalk zum Theil seines Lösungswassers beraubt. Sie krystallisiren demnach am Dornreisig, als concentrisch übereinander gelagerte Krystallschichten, mit ihren Jahresringen. Jedes einzelne Aestchen von ½ bis 1‴ Dicke bildet die Axe einer Dornsteinkeule, deren dickster Theil der Aussenseite der Dornwand zugekehrt ist, deren Querbruch strahlenförmig vom Centrum zur Peripherie, d. h. vom centralen Aststück zur jüngstgebildeten Aussenschicht gerichtete monoklinoedrische Gypsprismen bilden. Sie erlangen nach 18jährigem Gradiren einen Durchmesser von 5—9‴, sind, bei der überwiegenden Gypsmenge, weiss, in Wasser und Säuren schwer löslich, brausen beim Uebergiessen mit

letzterer schwach auf, und verlieren geglüht circa 22 bis 23 pC. Wasser.

α) 86,212 gr. mit Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpft, die Lösung durch Eindampfen concentrirt, und mit Alkohol versetzt, gaben

$$\begin{cases} 64{,}472 \text{ gr. } CaO, SO_3 \\ 0{,}031 \text{ gr. } SiO_3, \end{cases}$$

die Alkohollösung eingetrocknet, in Wasser wieder aufgenommen, durch NH_3 0,080 Fe_2O_3 (incl. Spur Al_2O_3 und Mn_2O_3), durch oxalsaures Ammoniak, den Niederschlag mit Schwefelsäure befeuchtet, geglüht 3,000 gr. CaO, SO_3, das Filtrat eingetrocknet, geglüht, die MgO durch Barytwasser gefällt = 0,137 MgO, der BaO-Ueberschuss durch kohlensaures Ammoniak entfernt, das Filtrat eingetrocknet, geglüht 0,855 KCl + NaCl, woraus durch $PtCl_2$ 0,113 $KPtCl_3$.

β) 1,446 gr. in Wasser und Chlorwasserstoffsäure gelöst mit BaCl 1,855 BaO, SO_3

$$= \begin{cases} 74{,}788 \text{ pC. } CaO, SO_3 \\ 94{,}584 \text{ pC. } CaO, SO_3, 2 \text{ aq.} \end{cases}$$

γ) 2,766 gr. geglüht, hinterliessen 2,144 gr. feuerbeständigen Rückstand = 77,512 pC.

δ) 16,370 gr. mit verdünnter Salpetersäure erschöpft, die Lösung mit molybdänsaurem Ammoniak und Salpetersäure versetzt, der Niederschlag in Ammoniak gelöst, und durch schwefelsaure Magnesia gefällt 0,0004 ,2 MgO, PO_5 = 0,0016 pC. PO_5.

Demnach enthalten 100 gr. Dornstein:

Krystallisirten Gyps ($CaO, SO_3, 2 aq.$)	94,584	= { 74,788 CaO, SO_3 19,796 HO
Kohlensauren Kalk . . .	2,559	
Kohlensaure Magnesia . .	0,334	
Eisenoxyd	0,092	(incl. Spur Al_2O_3 und Mn_2O_3)
Chlornatrium	0,952	
Chlorkalium	0,040	
Kieselsäure	0,036	
Phosphorsäure	0,002	
Organische Substanz Hygroskopisches Wasser	} 1,401	
	100,000	

Controlen.

A) *Aus dem Gesammtglühverlust:*

94,584 gr. krystallisirter Gyps enthalten . .	19,796	Wasser
2,559 gr. kohlensaurer Kalk —	1,126	Kohlensäure
0,334 gr. kohlensaure Magnesia —	0,175	Kohlensäure
Organische Substanz und hygroskopisches Wasser	1,401	Wasser etc.

Demnach combinirter Glüverlust = 22,498 pC.
Direkt gefunden 22,488 pC.

B) *Aus der Schwefelbestimmung:*

Die Schwefelsäurebestimmung β ergibt 74,788 pC. CaO, SO_3.
Die direkte Bestimmung α ergibt . 74,780 pC. CaO, SO_3.

Vergleicht man das Verhältniss von kohlensaurem Kalk, Magnesia und Eisenoxydul zum Gyps in der Soole und dem Dornstein, so ergibt sich, dass die erstern beim Gradiren nur theilweise durch Verlust des zweiten Kohlensäureäquivalents unlöslich werden, zum Theil noch als Bicarbonate in die Siedesoole übergehen, falls sie nicht bereits in den Soolleitungsröhren, obern Soolkasten und Tröpfelrinnen herausfallen.

4) Schlamm.

Auf dem Grunde des Bassins, in dem die unbenutzt abfliessende Soole sich vor dem Weiterfliessen sammelt, bildet sich ein schwarzer feinzertheilter Schlamm, dessen Constitution und Bildungsweise der des Wiekenschlammes auf Oesel etc. analog ist und denselben zu gleicher medicinischer Anwendung geeignet macht. Mit Säuren übergossen, oder in verschlossenen Flaschen längere Zeit aufbewahrt, entwickelt derselbe reichlich Schwefelwasserstoff und Kohlensäure, röthet sich an der Luft durch Bildung von Eisenoxydhydrat, und erweist sich bei genauerer Untersuchung als Gemenge von feinzertheiltem hydratischem Einfach-Schwefeleisen, freiem Eisenoxydhydrate, kohlensaurem Kalk und ursprünglicher, durch Verdunstung an der Luft etwas gesättigterer, Soole, mit mechanisch beigemengtem Sande des Untergrundes und in Zersetzung begriffenen Pflanzen- und Thierresten (Conferven, Diatomeen etc.). Er bildet sich als Quellenabsatz, indem die aufsprudelnde Soole an der Luft Kohlensäure verliert, kohlensaurer Kalk, Magnesia und Eisenoxydul, letzteres zu Eisenoxydhydrat oxydirt, sich niederschlagen, die faulenden organischen Reste gleichzeitig etwas Gyps zu Schwefelcalcium reduciren, das sich mit dem Eisenoxydhydrate und nachströmenden kohlensauren Eisenoxydul zu Schwefeleisen und kohlensaurem Kalk umsetzt. Wird der Schlamm in Flaschen eingeschlossen, so geht die Zersetzung gleicherweise weiter; die als Verwesungsprodukt der organischen Substanz unter theilweiser Mitwirkung des Sauerstoffs vom überschüssigen Eisenoxydul gebildete Kohlensäure zersetzt einen kleinen Theil bereits vorhandenen Schwefeleisens, und man findet beim Oeffnen derselben nach einiger Zeit freie Kohlensäure und Schwefelwasserstoff

neben den obenbezeichneten Gemengen. Dass derselbe mit gleichem Rechte, wie der an den baltischen Küsten gebildete, zu Heilzwecken benutzt werden kann, versteht sich nach dem Gesagten wol von selbt, ja, er dürfte diesem ceteris paribus stärkerer Concentration seiner Soole und grösseren Schwefeleisengehalts halber vorzuziehen sein.

Der am Soolteich, wie an den Schlammpfützen anderer Soolquellen des Ilmengebietes beobachtete Schwefelwasserstoffgeruch findet in der theilweisen Zersetzung des bereits gebildeten Schwefelcalciums und Schwefeleisens durch nachströmende kohlensäurereichere Soole seine einfache Erklärung.

Wird der Schlamm der Luft ausgesetzt, so oxydirt sich das hydratische Schwefeleisen rasch zu $^2/_3$ schwefelsaurem Eisenoxyde, das sich mit dem reichlich beigemengten kohlensauren Kalke, unter Kohlensäure-Entwickelung, zu Gyps und Eisenoxydhydrat umsetzt. Man findet demnach den Schlamm um so reicher an Schwefeleisen und ärmer an Gyps, je frischer, umgekehrt um so reicher an letzterm und Eisenoxydhydrat, je länger derselbe der Luft ausgesetzt gewesen. Zu Heilzwecken ist derselbe mithin nur frisch geschöpft, oder in wohlbedeckten Kasten gesammelt, zu verwenden.

Die Zusammensetzung ergibt sich aus folgenden analytischen Daten:

α) 4,2095 gr., bei 100° getrocknet, hinterlassen 2,121 gr., geglüht 1,9925 gr. Rückstand.

β) 12,802 gr., zur Bestimmung des Gesammt-Schwefelgehalts mit Salpeter und Kalihydrat geschmolzen, gaben 1,256 gr. BaO, SO_3.

γ) 14,037 gr., durch Chlorwasserstoffsäure und Chlorarsen über Quecksilber zersetzt, gaben 100,5 Cub. cent. CO_2, bei 722,4 Mm. Barom. und + 16° C. = 1,247 pC. CO_2.

δ) 3,028 gr. durch Chlorwasserstoffsäure im Doppelballon zersetzt 0,0689 $HS + CO_2$ = 2,247 pC. $HS + CO_2$.

ε) 10,170 gr. aus chlorwasserstoffsaurer Lösung:

0,240 BaO, SO_3,
0,140 $KCl + NaCl$,
0,078 $KPt\,Cl_3$.

ζ) — der in HCl unlösliche Rückstand, bei 100° trocken = 3,642 gr., geglüht = 3,500 gr.; davon 1,042 gr. mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlossen 0,909 SiO_3, 0,080 $Fe_2O_3 + Al_2O_3$, der Rest CaO, MgO, NaO, KO.

η) 7,620 gr. aus chlorwasserstoffsaurer Lösung:

0,307 Fe_2O_3,
0,028 Al_2O_3,
0,021 SiO_3,
0,516 CaO, SO_3 zur CaO-Bestimmung,
0,046 $2\,MgO, PO_5$ zur MgO-Bestimmung.

ϑ) 25,757 gr. mit Wasser erschöpft, die Lösung mit Barythydrat eingetrocknet und geglüht:

0,291 $NaCl + KCl$,
0,1225 $KPtCl_3$.

Demnach enthalten 100 Theile Schlamm:

In Wasser lösliche Bestandtheile	Chlornatrium . .	0,985	= 2,749 gr. Soolsalze und durch Pflanzenvegetation fixirtes, bei deren Zersetzung an Modersäuren gebundenes KO.
	Chlorkalium . .	0,009	
	Chlorcalcium . .	0,159	
	Chlormagnesium	0,126	
	Brommagnesium	0,002	
	Schwefels. Kalk	1,382	
	Kali	0,086	
	Kohlens. Kalk	Spur	
	Kohlens. Magnes.	Spur	

In Chlorwasserstoffsäure löslich	Schwefeleisen . .	2,588	= 7,427 gr. Quellenabsatz und in HCl löslicher Theil des Untergrundes.
	Eisenoxyd	1,677	
	Kohlens. Kalk . .	2,834	
	Thonerde	0,367	
	Kieselsäure . . .	0,021	
	Kali	0,142	
	Natron	0,084	
	Kalk	0,552	
	Magnesia	0,162	
In Chlorwasserstoffsäure unlöslich	Kieselsäure . .	29,001	= 33,412 gr. in HCl unlöslicher Theil der Untergrundsilikate.
	Eisenoxyd, Thonerde . .	2,552	
	Kalk, Magnesia, Kali, Natron	1,859	
Organische Substanz	in HCl löslich .	1,914	= 3,856 gr. zersetzte Pflanzen- und Thierreste.
	in HCl unlöslich	1,942	
Wasser, mit wechselnden Mengen Schwefelwasserstoff und Kohlensäure		49,614	49,614
		100,00	100,00

Von diesen 1,677 gr. Eisenoxyd mag ein Theil sich beim Herausholen des Schlammes oder während des Transportes in einer lufthaltenden Flasche gebildet haben, so dass der Gehalt an Schwefeleisen als Minimumwerth zu betrachten ist. Jedenfalls ist es nur der kleinere Theil, während der grössere als Eisenoxyd theils im Quellenabsatz, theils im Untergrunde enthalten war. Der Maximumwerth ergibt sich aus der Annahme, dass sämmtlicher Gyps des in Wasser löslichen Schlammantheils, mit Ausnahme der den 0,985 gr. Chlornatrium äquivalenten als Soolenbestandtheil zu betrachtenden 0,1445 gr. CaO, SO_3, mithin 1,2375 gr. CaO, SO_3, durch Oxydation des FeS zu Fe_2O_3, $2SO_3$ und Spaltung dieses letztern durch überschüssig vorhandenen kohlensauren Kalk in

Gyps, Eisenoxydhydrat und freie Kohlensäure entstanden sei. Diesen 1,2375 gr. CaO, SO_3 entsprechen 0,7179 Eisenoxyd, aeq. 0,8007 gr. FeS, so dass die grösstmöglichste im frischen Schlamme vorhanden gewesene Quantität Einfach-Schwefeleisen 3,389 pC. FeS, die geringste durch Chlorwasserstoffsäure ausziehbaren Eisenoxydes 0,959 pC. des frischen Schlammes betragen würde. Ebenso mag ein Theil der durch Chlorwasserstoffsäure ausziehbaren 0,162 gr. MgO z. Th. an Kohlensäure gebunden, ein Aequivalent CaO, CO_2 dagegen in den Silikaten präformirt enthalten gewesen sein, was für die Gesammtauffassung unwesentlich erscheint.

5) *Die Sooldämpfe.*

Die Zusammensetzung der Mutterlauge ergab, dass beim Einsieden in flachen eisernen Pfannen im Grossen während der letzten Periode eine kleine Quantität Bromwasserstoffsäure und Chlorwasserstoffsäure mit den Wasserdämpfen entweicht. Um feste Anhaltspunkte zur Bestimmung der Wirkung von Sooldampfbädern zu gewinnen, bei denen der Dampf durch blosses Erhitzen und Einsieden von Soole in gewöhnlichen Dampfkesseln bis auf circa ¼ ihres ursprünglichen Volums erzeugt worden, unterwarf ich 2 Litre Soole in einem langhalsigen Ballon mit aufgeschliffenem Helme und darangepasstem Kühlrohr der Destillation. Die Soole wurde im wallenden Sieden erhalten, bis 1800 Cub. cent., d. h. 90 Volumprocente derselben übergegangen waren; das Destillat reagirte neutral, trübte sich mit AgO, NO_5 nur höchst unbedeutend, und setzte erst nach 24stündigem Stehen einen deutlichen Niederschlag = 0,0115 gr. AgCl + AgBr ab. Nimmt man denselben dem direkt aus der Soole

gefällten analog zusammengesetzt an, so entpricht er

$$0{,}011360\ AgCl = 0{,}0001400\ pC.\ Cl,$$

$$0{,}000014\ AgBr = 0{,}0000006\ pC.\ Br.$$

Der Sooldampf, so erhalten, ist demnach als fast reiner Wasserdampf zu betrachten, von dem durch die Dampfschlote des Sudhauses während der letzten Siedeperiode entweichenden wesentlich verschieden, und darf diesem letztern behufs medicinischer Anwendung in keiner Weise substituirt werden.

Technische Benutzung der Soolquellen.

Der Salinenbetrieb zu Staraja Russa ist sehr alt; 1471 bereits überliessen die Novgoroder 10 Siedereien an Casimir, König von Polen [1]). Sie gehörten mehreren Besitzern (Actionären), doch hatten die Bürger von Staraja Russa und Novgorod das Vorrecht [2]). Alte Traditionen und Reste von Soolpumpen zeugen für die bedeutende Ausdehnung und verhältnissmässig hohe Stufe der damaligen Werke. Abwechselnd verlassen und wieder aufgenommen, wie 1679 von einem Kaufmanne [3]), wurden sie um die Mitte des vorigen Jahrhunderts Eigenthum der Krone. Die Soole soll damals 6 pC. Salz enthalten haben, durch 28′ lange Pumpenröhren aus dem Teiche gehoben und durch Frost bis 9 pC. concentrirt versotten worden sein. Generalquartier-

1) Karamsin, Geschichte Russlands, Bd. VI, pag. 32 der russischen Originalausgabe von 1819. In der Anmerkung 42 pag. 14 gibt Karamsin einen vollständigen Abdruck der Urkunde.

2) Tschaikowsky, Beschreibung der Staraja Russaer Saline. Горный журналъ 1825. IV, pag. 96.

3) J. G. Georgi, Geognostisch-physikalische und naturhistorische Beschreibung des russischen Reichs. Königsberg 1798. Bd. III, pag. 28.

meister Bauer legte 1771 nach dem Muster der Hessischen die ersten Gradirwerke an, wodurch die Soole von vielem Pfannenstein und Glaubersalz (?) [1]) befreit worden sein soll. Das Gradirwerk hatte 10 Dornfälle, die Soole floss darin 10500′; des Gradirens und der Holzschonung wegen wurde nur während 3 Sommermonaten gearbeitet. Jeder Sud dauerte 3 Tage und gab bei 140 Cubikfuss Holzverbrauch 160 Pud weisses trocknes Salz; Dornstein, Pfannenstein und Mutterlauge blieben unbenutzt; die Ausbeute von 1777—1787 betrug 1,526778 Pud, mithin circa 2 ½ Millionen Kilogramme jährlich [2]).

Verwendung der Soole und Salinenprodukte zu Heilzwecken.

Die Einrichtung der Soolbäder begann 1834 mit Erbauung des ersten Badehauses, dem 1837 ein zweites grösseres und 1839 ein drittes und viertes mit sehr zweckmässiger und eleganter Ausstattung nach dem Muster der besten deutschen Soolbäder, unter Leitung des Dr. v. Welz aus Würzburg erbaut, folgte. Unter diesen 4 grössern Gebäuden für Warmbäder befinden sich zwei grosse überdachte Bassins zu gemeinsamen Bädern, ein 1839 erbautes besonderes Gebäude für Schlamm- und Sooldampfbäder und ein auf dem Salzsee schwimmender Pavillon für kalte Bäder.

Die Soole wird aus der 50 Schritte entfernten Quelle durch eignen Druck in ein grosses mit Blei gefüttertes Re-

1) Georgi, l. c. p. 28.

2) Der Salinenbetrieb hat sich seit dem nicht wesentlich geändert; eine detaillirte und sachkundige Darstellung desselben, im Jahre 1824 durch Abbildungen und Baurisse erläutert, gab der damalige Markscheider Tschaikowsky im Горный журналъ 1825.

servoir geleitet, und aus diesem durch Pumpen theils in ein zweites über dem Niveau der Wannen aufgestelltes, zum Erwärmen der Soole bestimmtes, theils in ein drittes auf dem Dache befindliches Reservoir getrieben, aus dem sie durch kleinere Röhren in die Badewannen geleitet wird. Die Soole im zweiten Reservoir wird durch Dampf auf 60° bis 75° C., die in dem grossen überdachten, zu gemeinsamen Bädern bestimmten Bassin auf 35° C. erwärmt. Seitenwände und Böden letztrer sind mit Blei ausgeschlagen; zum Anwärmen dienen 2 daneben aufgestellte Dampfkessel, aus denen der Dampf durch gusseiserne in Brausen endende Röhren hineingeleitet wird. Das kleinere, für 80 gleichzeitig Badende bestimmt, hat 817 □-Fuss, das grössere für 150 Personen bezeichnete 980 □-Fuss Oberfläche und 6½ Fuss Tiefe, zum Füllen und Erwärmen des kleinern sind 4, des andern 5 Stunden erforderlich; die Dampfröhren sind zur Sicherheit mit Gallerieen umgeben. Diese ebenso grossartigen als zweckmässigen Anlagen wurden dem Publikum sofort mit der grössten Liberalität geöffnet, sie fanden rasch allgemeine Anerkennung und wurden bereits in den ersten 6 Jahren ihres Bestehens (1837—1842 incl.) von 5380 Badegästen besucht und erfolgreich benutzt. Von dieser Zahl.

Genasen völlig	2641 =	49,1 pC.	der Kranken,
wurden wesentlich gebessert	2321 =	43,1 pC.	—
blieben ungeheilt . . .	396 =	7,4 pC.	—
starben	22 =	0,4 pC.	—
	5380 =	100,00.	

Nach dem Tode des ersten Badearztes Dr. v. Welz, dessen obenerwähnter Schrift diese Angaben entnommen sind, auf die hier des Weiteren wegen verwiesen werden muss,

übernahm Dr. Rieder die ärztliche Leitung, durch dessen Zuvorkommenheit und wissenschaftliches Interesse diese Untersuchung ermöglicht wurde.

Mögliche Erweiterung des Salinenbetriebes zu Staraja Russa.

Aussichten auf Gewinnung von Bohrsoolen in den Ostseeprovinzen.

Die Nähe bedeutender Steinkohlenlager, die Leichtigkeit der Holzzufuhr auf dem Polist und Lowat, die unmittelbare Wasserverbindung mit St. Petersburg durch den Ilmensee, Wolchow und Ladoga-Kanal bei der grossen Entfernung der Salzlager zwischen Ural und Wolga, Bessarabien, der Krym etc., machen die Soolquellen des Ilmengebietes zu natürlichen Versorgern der baltischen Provinzen. Nach den Resten alter Salzwerke, historischen Ueberlieferungen und Traditionen zu schliessen, muss der Salinenbetrieb früher ausgedehnter gewesen, theils durch Kriege, theils durch grössere Leichtigkeit überseeischer Zufuhr aus den westeuropäischen Salinen mehr und mehr gesunken sein. Die mittlere Jahresproduktion betrug gegen Ende des vorigen Jahrhunderts nur circa 150,000 Pud, um 1825 circa 180,000 bis 200,000 Pud, die vom Jahre 1851 nur noch 100,096 Pud; der grösste Theil der Soole fliesst, wie erwähnt, unbenutzt ab, die Salinenabfälle werden technisch nicht verwerthet und der Betrieb wird daher bei der geringen Grädigkeit der Soole unverhältnissmässig kostspielig. Diesem Uebelstande lässt sich bei der ausserordentlichen Ergiebigkeit der Soolquellen auf dreierlei Weise begegnen:

1) Durch möglichst vollständige Verwerthung der Nebenprodukte (Mutterlauge und Dornstein).
2) Durch Erweiterung der Gradirwerke und dadurch erzielte Ersparniss an Brennmaterial.
3) Durch versuchsweises Niedertreiben von Bohrlöchern (Bohrschurfen) in verschiedenen Gegenden des Gebietes, namentlich gegen das Waldaiplateau hin, um concentrirtere Soolen ohne Süsswasserzufluss, wo möglich das dieselben speisende Salzlager selbst zu erbohren.

Die staatsökonomische Bedeutung der Saline und ihr Reinertrag für die Krone muss sich bei Beachtung dieser drei Punkte aufs Doppelte und Mehrfache steigern. Wir wollen sie der Reihe nach im Folgenden näher beleuchten.

1) Verwerthung der Nebenprodukte.

1000 Pud Soole liefern, den Analysen 1 und 2 nach, 7,8728 Pud Mutterlauge. Bei einer Jahresproduktion von 200000 Pud Kochsalz werden demnach 115780 Pud Mutterlauge erhalten, aus der unter 0^0 63024 Pud Krystalle *a)* anschiessen, während 52756 Pud flüssigbleibender Secundär-Mutterlauge *b)* abfliessen, die für den medicinischen Jahresbedarf mehr als hinreichend sind. Die Krystalle bestehen grösstentheils aus Chlorcalcium; das mitkrystallisirte Chlormagnesium kann nöthigenfalls leicht durch Zusatz von Kalkhydrat unter Fällung von Magnesiahydrat vollends in ersteres umgewandelt werden. Doch sind dieselben als solche mehrseitiger Anwendung fähig. Das krystallisirte Chlorcalcium = CaCl, 6 aq. findet zu Kältemischungen, das wasserfreie = CaCl zum Entwässern des Alkohols behufs der Fabrikation von Leuchtspiritus, Firnissen etc. in vielen Gewerben Anwendung; concentrirte Lösungen von Chlormagnesium endlich

zerfallen beim Schmelzen und Glühen unter Wasserzersetzung in entweichende Chlorwasserstoffsäure und Magnesia, deren erstere wiederum, theils als solche, theils durch Manganhyperoxyd oxydirt, als Chlor, sehr vielseitiger Verwendung in der Färberei, Papierfabrikation, zur Chlorkalkbereitung etc. fähig ist.

Conditoren, Eisfabrikanten, Köche etc. bedienen sich zu Kältemischungen gegenwärtig, in Ermangelung eines bessern im Handel zugänglichen Materials, des Kochsalzes, um durch Mischen mit Schnee oder gehacktem Eise während der Sommermonate in Metallbüchsen gebrachte Erfrischungen (Gefrornes, gelée etc.) unter 0° zu erkalten. Krystallisirtes Chlorcalcium bringt unter gleichen Verhältnissen eine dreimal stärkere Temperaturerniedrigung hervor, nämlich:

1 Th. Schnee mit 1 Th. Kochsalz eine Temperaturerniedrigung von 0° bis — 17° C.
1 Th. — — 1 Th. $CaCl, 6 aq.$ — — — 0° bis — 49° C.

3 Theile Kochsalz sind demnach für den Eisfabrikanten etc. äquivalent 1 Theil krystallisirtem Chlorcalciums, letzteres besitzt für diesen Zweig der Technik den dreifachen Handelswerth des erstern. Die Mutterlaugenkrystalle verhalten sich reinem Chlorcalcium völlig analog; 63024 Pud (Jahresproduktion) derselben sind für diesen Zweck gleichwerthig 3. 63024 d. h. circa 189000 Pud Kochsalz. Die Winterkälte am Ilmensee ist zur Erzeugung derselben mehr als hinlänglich; die Produktionskosten = 0; der Brutto-Jahresertrag der Saline steigert sich durch den Handelsvertrieb dieser Krystalle nach den grössern Städten demnach fast aufs Doppelte, wird den Käufern ein Prämiengewinn von 50 pC. eingeräumt, d. h. 1 Theil derselben zum Preise von 1 ½ Theil Kochsalz verkauft, obschon sie 3 Theilen gleichwerthig sind, aufs Anderthalbfache, der Netto-Ertrag, nach Abzug der Salinenbetriebskosten, natürlich um ein Vielfaches.

Erweist sich der Absatz als unzureichend, so kann der Rest, wie erwähnt, durch Schmelzen mit etwas Kalkhydrat in eisernen Pfannen entwässert, als rohes Chlorcalcium behufs der Alkoholentwässerung in den Handel gebracht werden [1]). 100 Pud Krystalle liefern unter Zusatz von 7,1 Pud Aetzkalk, der vorher durch Bespritzen mit Wasser zu Kalkhydrat gelöscht worden, 57,1 Pud wasserfreien Gemenges von Chlorcalcium, Bromcalcium, Magnesia, Chlornatrium und Chlorkalium,

woron 51,5 Pud reines wasserfreies CaCl,
0,5 — NaCl + KCl,
5,1 — MgO.

Die Anwesenheit letzterer (NaCl, KCl, MgO) beeinträchtigt das Wasserbindungsvermögen des Chlorcalciums nicht im mindesten; 100 Pud dieses rohen Chlorcalciums sind zur Alkoholentwässerung demnach gleichwerthig 90,2 Pud wasserfreien reinen CaCl, dagegen völlig gleichwerthig dem zu gleichem Zwecke bereits im Handel vorkommenden „rohen Chlorcalcium."

Wird die Secundärmutterlauge *b)* nicht zu Heilzwecken verwendet, so kann dieselbe noch vielseitiger zu technischer Benutzung verwerthet werden. Erst in offnen flachen Pfannen bei gelinder Wärme, dann in geschlossenen Apparaten (Destillationsvorrichtungen im Grossen) bei gesteigerter Temperatur erhitzt, gibt dieselbe ein Gemenge von wasserfreiem Chlorcalcium, Chlornatrium, Chlorkalium und Magnesia im Rückstande, während erst Bromwasserstoffsäure, dann Chlorwasserstoffsäure entweichen und in den Kühlvorrichtungen verdichtet werden. 52756 Pud Jahresproduktion abfliessende Secundärmutterlauge enthalten:

---

1) Eine mässige Leuchtspiritusfabrik bei Dorpat verbraucht von dem bis jetzt aus dem Auslande bezogenen Salze allein 40 bis 50 Pud jährlich.

Chlorcalcium . .	8687 Pud	
Chlormagnesium .	11613 —	aeq. { 8737 Pud HCl, = 23488 Pud concentr. Salzsäure. à 1,185 spec. Gewicht.
Brommagnesium .	156 —	— 135 Pud Brom.
Chlornatrium . .	312 —	
Chlorkalium . . .	102 —	
Summa	20870 Pud wasserfreie Salze.	
Wasser	31886 —	
	52756 Pud.	

Fängt man die zuerst überdestillirende salzsäurehaltige Bromwasserstoffsäure gesondert so lange auf, als Chlorwasser zum Destillat gesetzt, dasselbe noch bräunt, dann die nachfolgende concentrirte Salzsäure, bis der Rückstand zum schwachen Glühen erhitzt ist, und destillirt die rohe Bromwasserstoffsäure für sich unter Zusatz von 74 Pud gepulvertem Braunstein (rohem Manganhyperoxyd), so erhält man theoretisch 135 Pud, in der Praxis, Verlust etc. abgerechnet, circa 80 bis 100 Pud reines Brom, das in der Photographie angewendet wird. Die Quantität der nachfolgenden concentrirten Salzsäure würde bei vollständiger Zersetzung und Vermeidung jeden Verlustes 23488 Pud betragen. Da jene indess bei geringerer Hitze unvollständig ist, und dieser nicht ganz vermieden kann, so mag die wirklich erhaltene Menge nur auf weniger als die Hälfte = 10000 Pud veranschlagt werden.

Der bei der angenommenen unvollständigen Zersetzung ca. 16000 Pud betragende Rückstand wäre in Filzkörben [1]) in den Trockenräumen aufzustellen; er zerflösse allmälig durch Binden des vom trocknenden Kochsalze abdunstenden Wassers und beschleunigte dadurch das Trocknen des letztern ausser-

1) Gewöhnliche Salztrockenkörbe innen mit Filz ausgeschlagen.

ordentlich. Reine Magnesia bliebe in den Körben zurück, die öldicke durchlaufende Lösung von Chlorcalcium, Chlornatrium, Chlorkalium und unzersetzt gebliebenem Chlormagnesium würde durch Abzugsröhren mit der vom trocknenden Kochsalze abtropfenden und der aus den Siedepfannen selbst abgelassenen ursprünglichen Mutterlauge zusammen in grosse freistehende wasserdichte, leicht überdachte Reservoire geleitet. Während des Winters krystallisirte in diesen das Chlorcalcium heraus, die von den Krystallen *a*) ablaufende Secundärmutterlauge *b*) würde in der angegebenen Weise auf Brom, Salzsäure etc. weiter verarbeitet und der Fabrikreislauf würde im Frühjahr von Neuem mit Soolgradirung und Einsieden beginnen. Die in den Filzkörben bleibende feinzertheilte Magnesia, bei regelmässigem Turnus auf 200000 Pud Kochsalz Jahresproduktion circa 5000 Pud betragend, könnte durch Rösten mit der 1½fachen Menge Schwefelkies [1]) in schwefelsaure Magnesia (Bittersalz) verwandelt, oder als solche zu verschiedenen Zwecken in den Handel gebracht werden. In jener Form würde sie circa 30000 Pud krystallisirte schwefelsaure Magnesia (= $MgO, SO_3, 7 aq.$) und als Nebenprodukt, d. h. als Rückstand nach dem Auslaugen des gerösteten Gemenges von Magnesia und Schwefelkies, circa 5000 Pud Eisenoxyd liefern. Letzteres könnte aufgehaldet, nach einer Reihe von Jahren auf Eisen verhüttet oder als solches (Colcothar, caput mortuum, Eisenroth) anderweitig verwerthet werden. Will man dasselbe bei unzureichendem Absatz durch Wechselzersetzung mit Kochsalz in Glaubersalz, dieses weiter in Soda verwandeln,

1) Schwefelkies findet sich in der Umgegend reichlich, z. B. als vollständiges, fast zu Tage tretendes Lager oberhalb Staraja Russa, am linken Lowatufer beim Dorfe Kunitz und kann unmittelbar an der Bruchstelle aufgeladen, stromabwärts bis Staraja Russa geflösst werden. Горный журналъ 1826. XI, pag. 32.

deren Absatz unbeschränkt ist, so kann das im Flammofen mit Holz- oder Steinkohlenfeuerung geröstete Gemenge von Magnesia und Schwefelkies, nachdem es behufs völliger Oxydation des Eisens noch mit etwas Soole befeuchtet an der Luft gelegen, unmittelbar mit gradirter Soole ausgelaugt, und die, schwefelsaures Natron (Glaubersalz) und Chlormagnesium enthaltende Lösung in grossen Reservoiren gesammelt, der Winterkälte ausgesetzt worden, wo Glaubersalz herauskrystallisirt, Chlormagnesium gelöst bleibt. Hiezu kommt noch der leicht als Gyps und Glaubersalz oder Soda zu verwerthende Dorn- und Pfannenstein, dessen Jahresquantum auf circa 40000 Pud veranschlagt werden kann, wovon 37500 Pud krystallisirter Gyps, kohlensaurer Kalk, Magnesia und Eisenoxyd als Düngmaterial und circa 2500 Pud mechanisch eingemengtes Kochsalz zur Sodafabrikation zu verwerthen wären.

2) *Erweiterung des Salinenbetriebes.*

Die Hauptmündung der natürlichen Soolquellen gab im Jahre 1825 allein 94 Cubikfuss = 2661,6 Litre Soole in einer Minute [1]. Die beiden Bohrlöcher lieferten im Jahre 1842 zusammen das Doppelte, nämlich 220 Cubikfuss = 6229,3 Litre in einer Minute [2]. Sind diese Angaben richtig, zo gehören sie zu den reichsten bekannten Soolquellen [3]. 220

1) Tschaikowsky im Горный журналъ 1826. XI, pag. 40.

2) Dr. v. Welz a. a. O. pag. 19. Hier hat sich offenbar ein Druckfehler eingeschlichen; es heisst: „beide Quellen geben zusammen in einer Minute 220 Cubikfuss oder 38 Cubikfaden Soole.“ — 220 Cubikfuss sind aber nicht 38, sondern nur 0,6037 Cubikfaden. Direkte neue Bestimmungen an Ort und Stelle würden die Angabe leicht controliren.

3) Das 1795 Fuss tiefe Bohrloch zu Grenelle lieferte im März 1841 2361 Litre Wasser, das 2062 Fuss tiefe Bohrloch zu Neusalzwerk bei Preussisch Minden Ende Mai 1843 — 1391 Litre 4procentige Soole binnen einer Minute, Poggendorff's Annalen LIX, pag. 495.

Cubikfuss Soole von 1,01547 spec. Gew. wiegen bei der Quellentemperatur (+ 13° C.) 386,42 Pud; die nach letztrer Angabe beiden Bohrlöchern binnen 24 Stunden entströmende Soolmenge beträgt demnach 536440 Pud, worin 7315,5 Pud Kochsalz, die binnen 150 Tagen Gradirzeit (April bis September) aufsteigende 80,466000 Pud Soole auf 1,097200 Pud Kochsalz, von denen höchstens $^1/_5$ wirklich gewonnen wird, $^4/_5$ unbenutzt abfliesst.

Die Soole wird durch Gradiren nur bis 9 pC. Salzgehalt gebracht; durch Vergrösserung des Gradirwerks und öfteres Tröpfelnlassen kann dieselbe bis 20 pC.[1]) concentrirt werden, wodurch mit $^2/_5$ des gegenwärtigen Holzverbrauchs die gleiche Menge oder mit dem jetzigen Aufwand an Brennmaterial statt 200000 Pud, vielmehr 500000 Pud Kochsalz nebst der $2^1/_2$-fachen Menge Mutterlauge erhalten, überdies die unweit Staraja Russa geförderten Steinkohlen[2]) sehr wohl benutzt werden können.

Die mittlere Sommerwärme von Staraja Russa beträgt + 17° C.[3]), gleicht also der Norddeutschlands, der Feuchtigkeitsgrad der Luft ist nicht bedeutender; einer Erweiterung des Gradirbetriebs steht daher kein natürliches Hinderniss im Wege.

---

1) Die nur 2,8 proc. Kochsalz enthaltende natürliche Soole zu Artern wurde vor Anlegung des Bohrlochs durch Gradiren bis 21 pC. concentrirt versotten.

2) Sie stehen zwar den englichen nach, und ähneln mehr Braunkohlen, sind indess für diesen Zweck vollkommen brauchbar.

3) Хозяйственно-статистическiй Атласъ Европейской Россiи. Изданный Департементомъ сельскаго хозяйства. Санктпетербургъ 1852. (Landwirthschaftlich-statistischer Atlas des europäischen Russlands. Herausgegeben vom landwirthschaftlichen Departement. St. Petersburg 1852.) Die 2. Karte.

3) *Niedersenkung neuer Bohrlöcher.*

Die natürlichen Soolquellen und Bohrlöcher zu Staraja Russa stehen hinsichtlich ihres geringen Salzgehalts, dagegen ausserordentlicher Ergiebigkeit der Quelle zu Artern in Thüringen am nächsten. Sie liefert 110 bis 120 Cubikfuss Soole in einer Minute bei 2,8 pC. Kochsalzgehalt. Unweit der natürlichen Quelle wurde im October 1831 eine Bohrarbeit begonnen, die in einer Tiefe von 681 Fuss auf Gyps, Ende November 1837 bei 1015 Fuss auf reines Steinsalz führte, und nach Durchbohrung eines 13 Fuss mächtigen Lagers desselben eine fast gesättigte Soole von 27,4 pC. Salzgehalt zu Tage förderte. Ein Jahrhundert früher hatte ein in derselben Gegend bis 580 Fuss niedergesenktes Bohrloch noch über dem Gyps eine Quantität schwächerer, nur 7procentiger Soole ergeben. Wahrscheinlich würden einige 100 Fuss tiefer, als die beiden zu Staraja Russa, fortgesetzte Arbeiten auch bei unsrer ältern Gebirgsformation ein gleich günstiges Resultat liefern. Die Untersuchungen von Bigsby haben gezeigt, dass Soolquellen und festes Steinsalz selbst in noch ältern Schichten, dem silurischen Systeme der nördlichen vereinigten Staaten und Kanada's auftreten. Im Norden des Ontario-Sees findet sich Steinsalz, an den nördlichen Küsten des Erie-Sees bei Oxford, Camden und an andern Orten treten Salzquellen auf [1]). Diese Gebirgsschichten sind denen Ehstlands und der Insel Oesel identisch; sie werden von der devonischen Formation des Wolchow- und Dünagebietes überlagert, aus der die Soolquellen um den Ilmensee entspringen. Kalk- und Thonschichten wechsellagern hier in hinlänglichem Ansteigen zum

1) Silliman's American. Journal. VIII, pag. 77.

Waldaiplateau, um, wie der Erfolg bereits gezeigt, den stark verdünnten Soolestrahl kräftig emporzutreiben. Wird dieser auf einer andern Stelle glücklich vermieden oder durch nachgetriebene Röhren abgeschnitten, und die die Teufe in 700 Fuss bildende blaue Thonschicht weiter durchsunken, so wäre ein Erbohren von Salzthon oder Gyps, hinterher reinen Steinsalzes durchaus nicht unwahrscheinlich, und damit der Kapitalwerth einer jährlichen Einfuhr von 5—6 Millionen Pud Salz durch die Ostseehäfen dem Lande erhalten. Das negative Ergebniss der bisher in Livland begonnenen Bohrarbeiten beeinträchtigt diese Hoffnung nicht im mindesten. Der von der ökonomischen Societät am Gypsbruche bei Allasch, unweit Wenden an der livländischen Aa, unternommene Bohrschurf gieng nur bis 140 Fuss Tiefe, der am Hause des Herrn Baron v. Bruiningk in Dorpat nur bis 190 Fuss, die 15 Bohrbrunnen Riga's, nach durchsunkener Triebsandschicht in einer Tiefe von 50—80 Fuss auf Kalk und Gyps führend, nur bis 220 Fuss, also 170 Fuss unter dem Ostseespiegel, der auf dem Marktplatze in Mitau gleicherweise nur bis 170 Fuss unter letztern.

V.

Ueber den täglichen Gang der Wärme zu Dorpat.

Von Prof. Dr. L. F. Kämtz.

(Vorgelegt im Januar 1854.)

Die Untersuchungen über den Einfluss klimatischer Verhältnisse auf die organischen Wesen, die von Tage zu Tage mit grösserem Eifer angestellt werden, durch welche wir allmälig die Bedingungen kennen lernen, unter denen die Organismen vorkommen und gedeihen können, führen zuletzt fast immer auf die Wärmeverhältnisse eines Ortes, da die Wärme theils unmittelbar zur Erhaltung und zum Wachsthum der Pflanze ein Bedürfniss ist und eine gewisse, innerhalb bestimmter Grenzen liegende Menge derselben am vortheilhaftesten ist, theils durch Schwankungen derselben andere Phänomene, wie Hydrometeore und Winde bedingt werden. Das bisher allgemein angewendete Verfahren bei dieser Bestimmung ist das Aufhängen des Thermometers im Schatten und möglichst entfernt von Gegenständen, welche, von der Sonne beschienen, durch Strahlung die Angaben des Thermometers erhöhen könnten. Es kann aber nicht geleugnet werden, dass dieses Verfahren nicht ganz ausreicht. Denn die Mehrzahl der Pflanzen wird von der Sonne beschienen und es ist gewiss nicht allein das Licht, welches in diesem Falle mächtig wirkt, sondern auch die Wärme, die in den einzelnen Theilen der Pflanze ungleich und jedenfalls

höher ist als die von dem im Schatten hängenden Thermometer angegebene Grösse. Hierin müssen wir zum Theil die rasche und üppige Entwickelung der Pflanzen in den langen Tagen der Polargegenden suchen. So wichtig aber eine Untersuchung in Rücksicht auf diesen Umstand wäre, so fehlt es bisjetzt noch an allem Material, ja es ist im hohen Grade schwierig Grössen zu beobachten, welche einigermaassen brauchbar sind. Denn so leicht es scheint ein Thermometer in der Sonne aufzuhängen und es gleichzeitig mit einem im Schatten hängenden abzulesen, so mache man nur einmal den Versuch und hänge gleichzeitig mehrere Thermometer an einer von der Sonne beschienenen Wand, aber in verschiedenem Abstande von derselben, auf; man wird sich bei den ungeheuren Differenzen in ihren Angaben sehr bald überzeugen, dass auf diese Weise die Grössen verschiedener Beobachter und an verschiedenen Orten gar nicht verglichen werden können. Das einzige Verfahren wäre das Photometer von Leslie, oder, noch besser, das Heliothermometer von Saussure, welches Herschel auf eine bequemere Weise in seinem Actinometer umgebildet hat; aber wenn man genaue Resultate mit diesen Instrumenten erhalten will, so müssen sie unmittelbar mit einander verglichen werden, wofern man nicht eine annähernde Berechnung anwenden will, wie ich sie in meinem Lehrbuche der Metereologie (Bd. III, S. 25) angegeben habe; ausserdem aber sind dieses stets zeitraubende Versuche und keine Beobachtungen.

Bleiben wir bei den Beobachtungen im Schatten stehen und legen diese allen anderweitigen Untersuchungen zum Grunde, so ist die Pflanze, so wie sie sich in mehr oder weniger vollkommener Entwickelung darbietet, gewissermaassen die Resultirende aller partiellen Einwirkungen der Wärme

auf den Boden und die Pflanze selbst [1]). Dazu würde es nöthig sein, dass bei der Vergleichung verschiedener Jahre an demselben Orte, oder verschiedener Klimate, in Beziehung auf eine Pflanzenart, alle einzelnen Temperaturen genommen würden, denen die Pflanze ausgesetzt war. Dieses aber ist dem Geiste des Menschen zu umfassend und deshalb hat man sich genöthigt gesehen die Mittel einer grössern Menge von Beobachtungen zu Grunde zu legen. Gewöhnlich begnügt man sich damit die monatlichen Mittel anzugeben, wobei ich jedoch bemerken muss, dass die Monate nothwendig nach dem neuen Kalender gerechnet werden müssen. Es ist im Grunde gleichgültig, bei der Angabe der mittleren Temperatur kleiner Zeitabschnitte, wie wir letztere wählen; aber wenn wir finden, dass ein solcher Abschnitt eine mittlere Wärme von 15° R. besitzt, so ist dieses allein eine Zahl, welche gar keine Bedeutung hat; letztere wird erst dadurch erhalten, wenn wir sehen, wie gross die Temperatur derselben Zeit an andern Orten war. Da nun die monatlichen Mittel aller Punkte ausserhalb des russischen Reiches nach dem neuen Kalender angegeben werden, so würde man bei der Angabe nach dem alten keine gehörige Vergleichung machen können.

Die Herleitung der mittleren Temperatur während eines Monates setzt voraus, dass die eines jeden Tages bekannt sei. Diese wird in aller Strenge nur dadurch gefunden, dass in kurzen Zeitintervallen Tag und Nacht beobachtet wird, etwas das dem einzelnen Beobachter natürlich unmöglich ist. Wir müssen daher verzichten auf eine genaue Kenntniss der Temperatur der einzelnen Tage und uns hier mit einer Annä-

---

1) Es bedarf wol kaum der Bemerkung, dass ich hier nur von der Wärme spreche; alles Uebrige, was für die Pflanze von Wichtigkeit ist, gehört nicht hieher.

herung begnügen; dagegen müssen die Beobachtungen so gemacht werden, dass man daraus die wahre mittlere Temperatur des mittleren Tages im Monate nahe richtig erhält, wenn man an jedem Tage nur einige Male nach dem Instrumente sieht. Ein sehr bequemes und vielfach empfohlenes Verfahren scheint die Beobachtung der Thermometrographen, welche auch in Abwesenheit des Beobachters die grösste und kleinste Wärme angeben. Ich habe dieses Verfahren nie oder nur in den Wintermonaten angewendet, denn weder hier noch an meinem frühern Aufenthalt, in Halle, habe ich ein Lokal finden können, wo ich ein solches Instrument hätte aufstellen können, ohne dass es im Sommer einen Theil des Tages von den Strahlen der Sonne direkt getroffen würde oder sich doch in der Nähe einer von der Sonne beschienenen Wand befände. Wofern man also nicht mehrere Instrumente dieser Art nach verschiedenen Himmelsgegenden aufstellt und diese in den passenden kleineren Zeitintervallen beobachtet, wird von allen auf diese Weise gefundenen Grössen der Vorwurf gelten, welchen einst Hällström den Beobachtungen von Winckler auf der Sternwarte zu Halle machte, dass nämlich das dort angegebene Maximum weit grösser wäre, als man es nach dem Gange der übrigen Beobachtungen erwarten sollte. Bei der Benutzung von Messungen mit diesem Instrumente tritt noch ein anderer Uebelstand ein. Dass das Medium irgendwo zwischen dem Maximum und Medium liege, ist klar, aber wo, das ist bis jetzt noch nicht entschieden, dürfte vielleicht bei jedem Beobachter eine andere Lage haben. Denn während die zahlreichen stündlichen Beobachtungen, welche in neueren Zeiten an vielen Orten gemacht worden sind, mir sehr nahe übereinstimmende Gesetze gegeben haben, wenn die mittlere Temperatur des Monats aus einigen wenigen Mes-

sungen im Laufe des Tages abgeleitet werden sollte, so gibt fast jeder Ort, wo täglich neben dem Thermometrographen mehrere anderweitige Aufzeichnungen gemacht wurden, ein ihm eigenthümliches Gesetz für die Herleitung des Mittels aus dem Maximum und Minimum, wie sie durch dieses Instrument erhalten wurden.

Bei der täglichen Aenderung der Wärme vom Morgen bis zum Mittage und dann wieder zum folgenden Morgen, werden wir am Morgen und Abende einen Moment haben, wo sie genau der mittleren gleich ist, und es ist häufig empfohlen in diesen Momenten die Angaben des Thermometers aufzuzeichnen; aber auch dieses hat seine Bedenklichkeiten. Es ist wol für jeden Beobachter am bequemsten zu bestimmten Stunden des Tages und zwar dann nachzusehen, wenn die Stunde voll ist; nun aber liegen die Momente, wo die Temperatur der mittleren gleich ist, zwischen vollen Stunden und ändern sich auch im Laufe des Jahres, so dass fast an jedem Tage ein anderer Moment nöthig wäre; ein geringer Fehler in dieser Zeit hat aber auf das Endresultat einen grösseren Einfluss, als im Allgemeinen ein Fehler bei anderen Beobachtungsstunden, da das Medium gerade zu der Zeit stattfindet, wo die Wärme sich am schnellsten ändert.

Um den mittleren Gang des Thermometers im Laufe des Tages in Dorpat zu erhalten, habe ich seit dem September 1842 das Instrument von 7 Uhr Morgens bis 11 Uhr Abends stündlich beobachtet. Es bedarf aber wol kaum der Bemerkung, dass Jemand, der diese Messungen nur neben anderen Arbeiten machen kann, nicht im Stande ist die Arbeit so auszuführen, wie es in dem Plane derselben lag und daher dürften wol nur sehr wenige Tage in dem Tagebuche gefunden werden, wo keine Aufzeichnung fehlt. Sobald nur zwi-

schen den wirklich gemachten Aufzeichnungen nicht etwa das gewöhnliche Maximum oder Minimum liegt, hat dieser Mangel in Beziehung auf den mittleren Gang im Laufe des Tages nur einen verhältnissmässig geringen Einfluss. In dem ersten Jahre ergänzte ich die fehlenden Grössen dadurch, dass ich die täglichen Variationen zu Grunde legte, wie ich sie in Deutschland gefunden hatte; später konnte ich schon die in Dorpat selbst gefundenen Grössen nehmen. Es fehlen in dem Tagebuche ausserdem manche Monate, in welchen ich von Dorpat abwesend war, und in vielen Monaten einzelne Tage; doch wird auch dieses nur einen geringen Einfluss auf die mittlere Temperatur des ganzen Jahres haben.

Die folgende Tafel enthält die mittlere Temperatur der einzelnen Monate und Stunden nach der Réaumur'schen Scale, wie sie durch die Beobachtungen gefunden sind; die Zahlen unter den Namen der Monate geben an, wie viel Jahre diesen Bestimmungen zu Grunde liegen. Wo vor der Temperatur kein Zeichen steht, sind stets Grade über 0 zu verstehen.

Stunde	Januar 10	Febr. 10	März 7	April 8	Mai 7	Juni 7	Juli 5	Aug. 6	Sept. 8	Oct. 10	Novbr. 9	Decbr. 9
Morg. 7	—6°,53	—7°,52	—6°,19	—0°,58	5°,81	10°,84	12°,77	11°,90	6°,39	2°,90	—1°,29	—3°,09
8	—6,55	—7,44	—5,63	0,13	6,68	11,97	13,80	13,15	7,28	3,34	—1,21	—3,10
9	—6,46	—7,06	—4,81	1,07	7,46	12,85	14,62	14,21	8,46	3,96	—0,95	—3,01
10	—6,28	—6,53	—3,99	1,97	8,20	13,55	15,32	15,10	9,45	4,53	—0,60	—2,82
11	—5,93	—6,04	—3,27	2,55	8,71	14,11	15,81	15,72	10,06	5,00	—0,32	—2,61
Mittag	—5,67	—5,54	—2,67	3,02	9,18	14,53	16,30	16,19	10,56	5,33	—0,03	—2,45
1	—5,42	—5,16	—2,22	3,48	9,59	14,97	16,66	16,48	10,90	5,62	0,15	—2,34
2	—5,30	—4,91	—1,87	3,83	9,94	15,06	16,90	16,77	11,08	5,74	0,20	—2,33
3	—5,41	—5,00	—1,96	3,86	10,11	12,24	16,98	16,77	11,04	5,56	0,06	—2,44
4	—5,56	—5,26	—2,28	3,63	9,81	14,96	16,65	16,40	10,65	5,19	—0,16	—2,60
5	—5,71	—5,60	—2,70	3,13	9,42	14,47	16,11	15,89	10,05	4,80	—0,37	—2,77
6	—5,80	—5,92	—3,24	2,52	8,86	13,82	15,59	15,12	9,29	4,37	—0,54	—2,85
7	—5,89	—6,20	—3,78	1,76	8,19	13,01	14,83	14,26	8,57	4,07	—0,67	—2,92
8	—5,99	—6,40	—4,28	1,02	7,36	12,13	13,97	13,37	7,83	3,79	—0,76	—3,00
9	—6,10	—6,57	—4,71	0,35	6,62	11,20	13,10	12,50	7,30	3,59	—0,86	—3,03
10	—6,19	—6,67	—5,07	—0,13	5,87	10,22	12,16	11,77	6,84	3,39	—0,96	—3,09
11	—6,30	—6,76	—5,34	—0,53	5,25	9,52	11,41	10,96	6,47	3,18	—1,06	—3,19

Die obige Tafel zeigt noch manche Anomalien; um nun den Gang der Temperatur etwas regelmässiger zu erhalten, als diese unmittelbaren Ergebnisse der Beobachtung, und um zugleich angenäherte Werthe für die fehlenden Grössen während der Nacht zu finden, ist es am einfachsten die bei ähnlichen Untersuchungen häufig benutzte Formel von Lambert anzuwenden. Zählen wir die Stunden, etwa vom Mittage an, bis 24 und vergleichen diese Zeitdauer mit dem Kreisumfange, so entsprechen jeder Stunde 15° der gewöhnlichen Kreistheilung; ist dann T_n die der n-ten Stunde entsprechende Temperatur, so lässt sich diese finden durch die Gleichung:

$$T_n = T + a \sin. (n. 15 + x) + b \sin. (n. 30 + y) + c \sin. (n. 45 + z) + \ldots\ldots,$$

wo $T, a, b, c \ldots x, y, z \ldots$ Grössen sind, welche aus den Beobachtungen abgeleitet werden müssen. Wie viel Glieder der obigen Reihe genommen werden sollen, hängt von dem Grade der Uebereinstimmung ab, welchen man zwischen beobachteten und berechneten Werthen verlangt. Ich habe mich nie veranlasst gesehen weiter als bis zum dreifachen Winkel zu gehen. Nehme ich nun diese Constanten so, wie sie jeder Monat selbst gegeben hatte, so ergibt sich folgende Tafel für die Temperatur der einzelnen Stunden.

Stunde	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	Novbr.	Decbr.
Mittag	−5°,65	−5°,50	−2°,60	3°,09	9°,19	14°,61	16°,29	16°,24	10°,63	5°,42	0°,00	−2°,44
1	−5,43	−5,11	−2,15	3,52	9,60	14,96	16,65	16,58	10,94	5,66	0,16	−2,33
2	−5,35	−4,95	−1,94	3,79	9,91	15,18	16,87	16,75	11,05	5,69	0,17	−2,34
3	−5,39	−5,02	−1,99	3,84	10,03	15,21	16,90	16,70	10,94	5,53	0,04	−2,45
4	−5,53	−5,26	−2,26	3,63	9,88	15,01	16,68	16,41	10,60	5,23	−0,16	−2,60
5	−5,69	−5,59	−2,69	3,16	9,47	14,53	16,23	15,86	10,05	4,84	−0,37	−2,75
6	−5,82	−5,91	−3,22	2,50	8,85	13,83	15,50	15,11	9,35	4,43	−0,54	−2,86
7	−5,92	−6,19	−3,78	1,75	8,11	12,97	14,82	14,21	8,56	4,06	−0,67	−2,93
8	−6,00	−6,41	−4,29	1,01	7,36	12,05	13,98	13,36	7,84	3,76	−0,77	−2,98
9	−6,08	−6,57	−4,73	0,38	6,64	11,14	13,10	12,52	7,25	3,54	−0,87	−3,03
10	−6,18	−6,68	−5,08	−0,13	5,94	10,27	12,20	11,73	6,82	3,39	−0,96	−3,10
11	−6,29	−6,77	−5,35	−0,57	5,24	9,48	11,31	10,98	6,53	3,26	−1,05	−3,18
MNcht	−6,38	−6,84	−5,58	−0,98	4,52	8,67	10,49	10,27	6,26	3,13	−1,10	−3,23
13	−6,44	−6,89	−5,82	−1,40	3,84	8,03	9,85	9,63	6,00	2,99	−1,13	−3,23
14	−6,44	−6,94	−6,06	−1,78	3,33	7,62	9,51	9,06	5,69	2,82	−1,13	−3,19
15	−6,42	−7,02	−6,31	−2,05	3,11	7,57	9,55	8,97	5,39	2,65	−1,13	−3,12
16	−6,41	−7,15	−6,50	−2,09	3,29	7,92	10,00	9,18	5,22	2,52	−1,15	−3,07
17	−6,44	−7,31	−6,58	−1,86	3,87	8,67	10,79	9,80	5,31	2,50	−1,21	−3,06
18	−6,50	−7,45	−6,48	−1,35	4,75	9,71	11,78	10,76	5,72	2,62	−1,27	−3,08
19	−6,56	−7,50	−6,14	−0,61	5,74	10,86	12,82	11,93	6,45	2,91	−1,28	−3,11
20	−6,56	−7,39	−5,59	0,23	6,70	11,96	13,79	13,12	7,39	3,35	−1,18	−3,09
21	−6,46	−7,08	−4,86	1,08	7,52	12,89	14,60	14,19	8,39	3,90	−0,96	−3,00
22	−6,24	−6,60	−4,05	1,86	8,18	13,62	15,27	15,07	9,31	4,47	−0,64	−2,83
23	−5,94	−6,03	−3,26	2,53	8,72	14,14	15,83	15,74	10,07	5,01	−0,30	−2,62
Mittel	−6,09	−6,42	−4,47	0,81	6,82	11,70	13,54	13,10	7,99	3,90	−0,73	−2,90

Da diese Zahlen aus den Beobachtungen selbst abgeleitet sind, so leiden sie noch an den Unvollkommenheiten der letzteren; es ist aber gewiss, dass eine vieljährige Reihe von Messungen den Gang der Wärme im Laufe des Tages in den einzelnen Monaten ein wenig ändern wird. So ist es z. B. eine Anomalie, dass im December das Thermometer um 11 Uhr Abends niedriger steht, als um 7 Uhr Morgens, ein Unterschied der in manchen Jahren sehr bedeutend ist, wie z. B. 1848 um 11 Uhr —3°,57, um 7 Uhr —2°,90, während dagegen das Jahr 1849 dafür respective —6°,17 und —6°,67 gibt.

Solche Unregelmässigkeiten, welche auch in den Tagebüchern an andern Orten vorkommen, lassen sich nur durch vieljährige Beobachtungen ausgleichen. Aehnliches zeigt sich oft in den Sommermonaten. Während es am Vormittage sehr warm war, bildet sich vielleicht um 4 Uhr ein Gewitter aus, der herabstürzende Regen deprimirt die Temparatur um vielleicht 5 bis 10° und, indem sich dieses mehrere Tage hinter einander wiederholt, ist der spätere Theil des Nachmittages im Mittel kälter, als es der übrige Gang der Wärme erfordert. Oder es geschieht auch wol, dass sich das Gewitter um die Zeit der grössten Tageswärme bildet und dass es später wieder wärmer wird. Um einen Theil der Anomalien zu entfernen, habe ich folgendes Verfahren eingeschlagen. Die Constanten der Formel, welche ich oben mit $a, b, c \ldots.$ $x, y, z \ldots.$ bezeichnet habe, oder vielmehr die Grössen, aus welchen letztere bei der Zerfällung der zusammengesetzten Winkel abgeleitet werden, zeigen eine Abhängigkeit von den Jahreszeiten; ich habe deshalb ihren jährlichen Gang berechnet und, mit Hülfe der so gefundenen Grössen, die Temperatur der einzelnen Stunden bestimmt, indem ich dabei das Mittel des Monates behielt, wie ich es eben gefunden habe. Diese gefundenen Grössen weichen etwas mehr von den durch die Beobachtung gegebenen ab, als die obige Tafel zeigte, indessen halte ich sie für etwas naturgemässer, obgleich die Anomalie in den Wintermonaten übrig bleibt. Folgende Tafel gibt diese Zahlen.

Stunde	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	Novbr.	Decbr.
Mittag	−5°,63	−5°,42	−2°,72	3°,13	9°,34	14°,36	16°,50	16°,18	10°,56	5°,49	0°,02	−2°,53
1	−5,41	−5,05	−2,27	3,57	9,73	14,72	16,85	16,54	10,88	5,74	0,16	−2,41
2	−5,32	−4,90	−2,05	3,84	10,01	14,97	17,07	16,72	11,00	5,78	0,15	−2,40
3	−5,37	−4,97	−2,09	3,88	10,11	15,04	17,07	16,69	10,89	5,62	0,01	−2,48
4	−5,52	−5,21	−2,35	3,68	9,95	14,86	16,83	16,41	10,57	5,32	−0,20	−2,61
5	−5,69	−5,53	−2,78	3,24	9,51	14,43	16,28	15,88	10,03	4,92	−0,42	−2,78
6	−5,85	−5,86	−3,30	2,57	8,84	13,78	15,67	15,07	9,35	4,48	−0,60	−2,83
7	−5,97	−6,15	−3,84	1,83	8,04	13,01	14,84	14,24	8,61	4,07	−0,73	−2,87
8	−6,05	−6,38	−4,33	1,10	7,23	12,17	13,95	13,35	7,93	3,72	−0,83	−2,90
9	−6,14	−6,57	−4,71	0,47	6,47	11,32	13,03	12,49	7,36	3,47	−0,91	−2,95
10	−6,23	−6,71	−5,06	−0,06	5,77	10,46	12,11	11,71	6,93	3,31	−0,99	−3,03
11	−6,32	−6,82	−5,31	−0,55	5,09	9,61	11,20	10,99	6,58	3,22	−1,06	−3,09
MNcht	−6,39	−6,89	−5,53	−0,98	4,43	8,80	10,37	10,33	6,26	3,11	−1,11	−3,22
13	−6,42	−6,95	−5,75	−1,44	3,81	8,13	9,71	9,75	5,91	3,02	−1,12	−3,25
14	−6,41	−7,01	−5,97	−1,86	3,33	7,73	9,34	9,31	5,55	2,90	−1,11	−3,21
15	−6,39	−7,10	−6,18	−2,15	3,11	7,69	9,34	9,13	5,25	2,67	−1,12	−3,14
16	−6,38	−7,23	−6,35	−2,21	3,27	8,09	9,76	9,31	5,14	2,50	−1,13	−3,06
17	−6,41	−7,39	−6,42	−1,96	3,83	8,86	10,56	9,75	5,31	2,43	−1,18	−3,06
18	−6,49	−7,52	−6,32	−1,47	4,69	9,87	11,61	10,80	5,80	2,51	−1,22	−3,04
19	−6,55	−7,55	−6,03	−0,70	5,72	10,95	12,75	11,86	6,56	2,79	−1,27	−3,08
20	−6,56	−7,40	−5,54	0,23	6,73	11,95	13,80	13,01	7,49	3,25	−1,12	−3,09
21	−6,46	−7,06	−4,88	1,05	7,61	12,77	14,72	14,07	8,45	3,84	−0,90	−3,04
22	−6,23	−6,54	−4,12	1,86	8,31	13,41	15,45	14,96	9,33	4,48	−0,60	−2,90
23	−5,93	−6,03	−3,37	2,53	8,87	13,92	16,04	15,66	10,04	5,05	−0,26	−2,67
Mittel	−6,09	−6,42	−4,47	0,81	6,82	11,70	13,54	13,10	7,99	3,90	−0,73	−2,90

Die obigen Tafeln geben Andeutungen darüber, zu welchen Zeiten der Stand des Thermometers abgelesen werden müsse. Wer nicht eine grössere Zahl von Messungen im Laufe des Tages machen kann, wird wohl thun, wenn er sich an bestimmte Stunden hält, sei es, dass er während des ganzen Jahres dieselben Momente behalte, oder dass er damit in den einzelnen Monaten wechsele, je nachdem es seine Zeit oder andere Umstände erlauben. Aber es dürfte wol nur sehr wenige Beobachter geben, welche im Stande wären, beständig zu derselben Zeit nach dem Instrumente zu sehen;

in diesem Falle ist es das sicherste Mittel zur Erhaltung eines angenäherten Werthes für die fehlende Grösse, vorher und nachher eine Aufzeichnung zu machen und mit Hülfe der obigen Tafeln zu interpoliren. Gesetzt es beobachte Jemand regelmässig um 8 Uhr Morgens, aber an einem Tage sei er genöthigt alsdann mehrere Stunden abwesend zu sein. Er finde etwa im Mai um 7 Uhr 10°,2 R. und um 11 Uhr 16°,6; gewöhnlich wird die Aenderung in dieser Zeit einfach durch die Zeitdauer dividirt und der Quotient als Aenderung während einer Stunde angesehen, also in mehreren Beispielen $\frac{16,6-10,2}{4}$ = 1,6; diese Grösse, zu 10°,2 addirt, gäbe 11°,8 als angenäherten Werth der Temperatur um 8 Uhr. Aber wenn die Veränderungen nicht gleichförmig erfolgen, oder wenn zwischen den beiden Beobachtungsmomenten die höchste Temperatur liegt, so können daraus bedeutende Fehler entstehen. Man suche in diesem Falle den Unterschied zwischen den wirklich beobachteten Thermometerständen und denen auf, welche in Dorpat zu derselben Zeit statt fanden; wir haben also in unserem

Beispiele beobachtet	7h: 10°,20;	11h 16°,60
Dorpat	5,72	8,87
Unterschied	4,48	7,73

Diese Differenz ändert sich also in 4 Stunden um 7°,73 — 4°,48 = 3,25, also stündlich um 0,81; wird diese Grösse zu der Differenz um 7 Uhr addirt und die erhaltene Summe 5,29 zu dem Thermometerstande in Dorpat um 8 Uhr (6,73) addirt, so ist 6°,73 + 5,29 = 12°,0 eine Grösse, welche der Wahrheit näher zu kommen scheint, als die nach dem gewöhnlichen Verfahren gefundene. Allerdings können auch auf diese Weise an einzelnen Tagen Temperaturen gefunden werden, die bedeutend von denen abweichen, welche directe

Messungen gegeben hätten; aber es handelt sich hiebei ja auch vorzugsweise nur um die Ergänzung weniger Grössen behufs der Herleitung eines schärferen Mittels.

Ueber die Wahl der Stunden, welche am zweckmässigsten zur Herleitung des Mittels sind, lassen sich viele Regeln geben; aber es dürfte schwer zu erreichen sein, dass alle Beobachter genau in denselben Momenten nach den Instrumenten sehen können; denn da die bei weitem grössere Zahl von ihnen diese Arbeit nur als Nebenbeschäftigung treiben kann, so hängt sehr Vieles bei der Wahl der Stunden davon ab, wie ihre übrige Eintheilung des Tages beschaffen ist. Wer sich daher zu diesen Messungen entschliesst, wähle von vorn herein seine Stunden dergestalt, dass er die Aussicht habe nur selten an den Beobachtungen verhindert zu werden. Sodann aber darf man nie vergessen, dass die mittlere Temperatur eines Ortes nur eines von den vielen Elementen ist, welche aus einem solchen Tagebuche abgeleitet werden können. Es ist allerdings dasjenige, welches bisjetzt vorzugsweise beachtet wird und welches auch in Zukunft berücksichtigt werden wird; aber unsere nächste Sorge bei Untersuchung klimatischer Verhältnisse muss dahin gerichtet sein, dass wir für jeden Ort die mittleren Grössen bestimmen, um dann damit die Abweichungen in einzelnen Fällen zu vergleichen. Wenn auch in den letzten Decennien sehr viel geschehen ist, um diese Mittel zu bestimmen, so sind wir doch noch sehr entfernt davon, um die Grössen ganz scharf anzugeben. Aber es wird gewiss sehr bald eine Zeit kommen, wo die eigentlich meteorologischen Verhältnisse eine grössere Aufmerksamkeit erhalten, wo nicht mehr bloss das mittlere Verhalten der Instrumente unter gewissen Umständen untersucht werden soll, sondern wo specielle Phänomena an einzelnen Tagen verfolgt

werden sollen. Es würde daher thöricht sein das Tagebuch nicht gleich von vorn herein so anzuordnen, dass es die Materialien für eine solche Arbeit enthielte. Damit dieses der Fall sei, müssen die Stunden so gewählt sein, dass man nicht bloss die mittlere Temperatur erhält, sondern dass man auch ungefähr ihre unregelmässigen Aenderungen während einzelner Tage übersehen kann; daher beobachte man wo möglich einmal des Morgens früh, einmal des Abends spät und ausserdem um die Zeit der grössten Tageswärme; kann Jemand überdies noch eine oder mehrere Beobachtungen an jedem Tage machen, so ist es um so vortheilhafter. Die von mir bereits früher empfohlenen Stunden, 6 Uhr Morgens, 2 Uhr und 10 Uhr Abends, welche auch von dem naturforschenden Verein zu Riga vorgeschlagen sind, geben auch für Dorpat sehr nahe das Mittel. Ebenso geben die Mittel von 9 Uhr Morgens und Abends oder 10 Uhr Morgens und Abends sehr nahe die mittlere Temperatur; aber hier entsteht der Uebelstand, dass wir über die unregelmässigen Variationen der Wärme nichts erfahren; eine Messung um 2 Uhr würde also noch sehr wünschenswerth sein.

Sehr oft tritt der Fall ein, dass Jemand etwa am Morgen und um die Mittagszeit zu bestimmten Stunden beobachten kann und dass er wissen will wann er am Abende nachsehen soll, um nahe das wahre Mittel durch drei Beobachtungen zu erhalten; die obigen Tafeln zeigen, in welchen Fällen dieses möglich sei. Gesetzt es beobachte Jemand im Julius um 7 Uhr Morgens und 2 Uhr Abends, so lässt sich die Abendstunde auf folgende Weise finden. Die Summe der Temperaturen um 7 Uhr Morgens und 2 Uhr Abends ist 29°,82; da nun 3 Beobachtungen das Mittel geben sollen, so multipliciren wir die mittlere Temperatur des Monats (13°,54)

mit 3 und der Unterschied dieses Produktes und der obigen Summe, d. h. 40,61 — $29^{\circ},82 = 10^{\circ},79$ gibt die Temperatur an, welche nöthig ist, wenn die drei Messungen durch ihr arithmetisches Mittel die mittlere Temperatur geben sollen. Diese Temperatur findet statt um 11 oder 12 Uhr in der Nacht, also ist zu einer dieser Stunden zu beobachten.

Aber sehr häufig lässt sich dieses Verfahren nicht ausführen. Gesetzt man hätte in demselben Monate um 8 Uhr Morgens und 2 Uhr Mittags beobachtet, so wäre die fehlende Temperatur, auf dieselbe Weise berechnet, $9^{\circ},74$ gewesen, also die Messung hätte um 1 Uhr Morgens gemacht werden müssen, was gewiss vielen Beobachtern unbequem sein würde. In Fällen dieser Art bleibt kein anderer Ausweg als eine Correction. Gesetzt es hätte Jemand im Juli um 7 Uhr Morgens, 2 Uhr, 6 Uhr und 11 Uhr Abends beobachtet. Hier sind mehrere Wege möglich; entweder man nimmt das Mittel aus allen 4 Beobachtungen oder das Mittel aus nur dreien von ihnen. Im ersten Falle erhält man $14^{\circ},17$, während das wahre $13^{\circ},54$, also um $0^{\circ},63$ niedriger ist; man müsste also von dem arithmetischen Mittel fast $^2/_3{}^{\circ}$ subtrahiren, um das wahre Mittel zu erhalten; hätte man die Messung um 6 Uhr fortgelassen, so hätten die drei andern als Mittel $13^{\circ},67$ gegeben, eine Grösse, bei welcher nur ein Fehler von $0^{\circ},13$ begangen wird, der also bei dem arithmetischen Mittel als Correction angebracht wird. Endlich kann man auch passende Koeffizienten aufsuchen, mit welchen einige oder alle Messungen multiplicirt werden müssen, um eine der Wahrheit nahe kommende Grösse zu liefern; würde z. B. im obigen Beispiel die Temperatur um 11 Uhr Abends mit 2 multiplicirt und dann zu den übrigen addirt, so gäbe die durch 5 dividirte Summe $13^{\circ},58$ also sehr nahe dem wahren Mittel gleich. Doch sind Temperaturen, deren Mittel

sich vom wahren bedeutend entfernt, möglichst zu vermeiden und wünschenswerth bleibt es stets, dass in diesem Falle die Temperaturen der einzelnen Beobachtungsstunden zugleich angegeben werden, weil es gewiss ist, dass auch die Regeln behufs der Correction durch eine grössere Zahl von Beobachtungen immer sicherer werden.

Wenngleich einige Beobachtungen, passend im Laufe des Tages vertheilt, genügen um die mittlere Temperatur des Monats daraus abzuleiten, namentlich wenn die Aufzeichnungen mehrere Jahre umfassen, so reichen sie doch nicht aus, wenn es sich darum handelt, die Wärme von wenigen Tagen aus einigen Beobachtungen zu finden; hier bleibt kein anderes Mittel, als eine grössere Anzahl von Messungen, und selbst dabei können noch bedeutende Fehler übrig bleiben, besonders wenn sich das Thermometer unregelmässig ändert und wenn es nicht zugleich in der Nacht abgelesen wird. Ich habe öfter den Versuch gemacht an solchen Tagen, wo mir nur wenige Beobachtungen fehlten, die mittlere Temperatur dadurch zu bestimmen, dass ich willkürlich einige Messungen zusammenstellte und aus ihnen das wahre Mittel abzuleiten suchte; die erhaltenen Grössen wichen oft um mehrere Grade von einander ab. Aus diesem Grunde gebe ich einzelnen Untersuchungen, die sich auf die Temperatur weniger Tage beziehen, und welche oft nur wenige Jahre umfassen, ein verhältnissmässig kleines Gewicht; ob Schwankungen, wie sie so häufig nachgewiesen sind, diesen wenigen Jahren zukommen, oder ob sie sich auch im Durchschnitte in einer sehr langen Zeit zeigen werden, lässt sich bisjetzt nicht entscheiden. Es gibt sogar manche regelmässig wiederkehrende Phänomena, bei welchen uns eine jede Untersuchung über den mittleren Gang der Wärme im Stiche lässt und

welche ganz anders berechnet werden müssen, als es bisher geschehen ist. Ein Jeder weiss, wie, besonders im Winter, die nördlichen Winde kälter sind, als die südlichen; aber eine scharfe Bestimmung dieses Unterschiedes ist bis jetzt noch nicht vorgenommen, denn alle Grössen, welche ich in meiner Meteorologie gegeben habe, dürften nur als rohe Annäherungen angesehen werden. Um die Verhältnisse bei verschiedenen Winden zu erkennen, habe ich seit einer Reihe von Jahren die mittlere Windrichtung des Tages genommen, also an Tagen, wo etwa SW, W und NW wehte, den Wwind als vorherrschenden angesehen; wehte dagegen SW und später NO oder O, so habe ich den Wind unter die Rubrik „Veränderlich“ oder „Windstill“ gebracht. So erhielt ich den Gang der Wärme während der Tage, an welchen jeder Wind wehte, und dieser weicht zum Theil sehr bedeutend von dem mittleren des Monats ab. Nehme ich z. B. im Januar die Winde NO und S und bleibe bei den Messungen um 7 Uhr Morgens, 2 Uhr und 11 Uhr Abends stehen, so sind die Mittel zu diesen Zeiten folgende:

	7 Uhr	2 Uhr	11 Uhr
NO . . .	—10°,96 . .	—10°,15 . .	—12°,33
S . . .	—3,14 . .	—1,68 . .	—1,82;

an den Tagen, wo NO weht, steht also das Thermometer Abends um $1\frac{1}{3}^{0}$ niedriger als am Morgen, bei S dagegen ist die Aenderung die entgegengesetzte. Scharfe Bestimmungen für den Einfluss der Winde würden sich also nur dadurch erreichen lassen, dass man eine grössere Zahl von Messungen macht und die Berechnung anders führt, als bisher gewöhnlich geschehen ist, etwas worauf ich später zurückkommen werde.

Ganz etwas Aehnliches gilt, wenn es sich darum handelt die Verbindung der Temperatur mit andern meteorolo-

gischen Phänomenen zu vergleichen. Hier lässt sich ein scharfes Resultat oft nur dann erlangen, wenn man fast anhaltend das Instrument vor Augen hat. Sind isolirte Messungen, die durch längere Intervalle getrennt sind, immer mit Dank anzunehmen, wenn es sich darum handelt die Resultate zu controliren, welche durch anhaltende Aufmerksamkeit gewonnen wurden, so können sie doch selten dazu dienen diese Resultate selbst abzuleiten, weil in der Zwischenzeit so viele und oft wichtige Aenderungen erfolgt sein können, von denen sie nichts zeigen. Wie oft habe ich gehört, dass man sich darüber wunderte, dass an einem heissen Sommertage Hagel herabfiel, und doch hatte ich in der Regel schon Stunden vorher, wo der Himmel noch ein scheinbar heiteres Ansehen zeigte, aus Höfen und Nebensonnen erkannt, dass die Embryonen der Hagelkörner schon als Schneeflocken in den höheren Schichten der Atmosphäre schwebten. Ganz etwas Aehnliches gilt von vielen andern Thatsachen. So finden wir ausführliche Betrachtungen über die Luftelectricität bei Nebeln, bei Nordlichtern u. s. w., aber man sieht es den Arbeiten der Beobachter an, dass sie sich gewöhnlich um die electrischen Verhältnisse der Luft nicht bekümmerten, sondern dieses erst thaten, wenn sich eine solche Erscheinung zeigte; fanden sie nun wirklich Electricität, so wurde darüber viel gesprochen; ob diese aber dem Phänomene eigenthümlich war, oder ob sie sich zu derselben Tageszeit auch ohne ein solches, vielleicht sogar noch in stärkerem Grade gezeigt hätte, darüber wird nichts gesagt, weil die Vergleichungspunkte fehlen.

So wichtig die Beobachtungen der Temperatur für pflanzengeographische und landwirthschaftliche Untersuchungen auch sind, so glaube ich doch ausdrücklich bemerken zu

müssen, dass mittlere Temperaturen uns nur ungefähr die Regionen angeben können, in welchen das Vorkommen einzelner Pflanzen noch möglich ist; dabei sind aber oft noch specielle, zuweilen auf kleine Lokalitäten beschränkte Untersuchungen nöthig, wenn es sich um die Frage handelt, warum dieselbe Pflanze in manchen Jahren gedeiht, in andern nicht. In der Gegend von Halle und Magdeburg wird sehr viel Winter-Rübesaat gebaut; öfter erfroren im Frühlinge, in der Ebene von Halle, die Pflanzen und die Felder mussten neu bestellt werden. Der benachbarte Petersberg liegt mehrere hundert Fuss höher und selten litten die Pflanzen Schaden, obgleich man wegen der höheren Lage eine grössere Kälte hätte erwarten sollen. Aber ein solches Erfrieren geschieht gewöhnlich in heiteren, windstillen Nächten, wo die dem Boden zunächst liegende Luftschicht durch Strahlung um 5 oder mehr Grad kälter geworden ist als die Luft in 5 oder mehr Fuss Höhe. Erfolgt nun gleich die Strahlung auf den Abhängen des Petersberges ebenso wie in der Ebene von Halle, so fliesst doch dort die erkaltete Luft an den Abhängen unaufhörlich in die Tiefe und wird durch neue, wärmere Luftmassen von den Seiten ersetzt, während sie über der Ebene am Boden liegen bleibt. Aus demselben Grunde sind die meisten Wallnussbäume bei Halle durch einzelne Fröste verkrüppelt, während schöne Exemplare davon bei Wernigerode getroffen werden, wobei ich noch ausdrücklich bemerken muss, dass die westlichere Lage des letztern Punktes durch seine höhere Lage, in Beziehung auf Wärme, mehr als compensirt wird.

Zuweilen hängt es von den einzelnen Entwickelungsmomenten ab, in denen die Pflanze sich befindet, ob sie in einem Jahre gedeihen kann oder nicht. Unter mehreren von mir beobachteten Thatsachen möge es genügen die folgende

anzuführen. Der Anfang des Mai im J. 1838 zeichnete sich in Halle durch grosse Wärme aus; bis zum 9^{ten} war die grösste Wärme täglich nahe 20°, mehrmals 23° R., und unter diesen Umständen entwickelte sich die Vegetation mit Schnelligkeit; am 9^{ten}, gegen Abend, kam eine gewitterartige Bildung aus N.; der Himmel klärte sich zwar schon am folgenden Tage wieder auf, aber die Temperatur war bedeutend herabgedrückt; am 10^{ten} stand das Thermometer um 6 Uhr Morgens auf 2°,5, am 11^{ten} auf —0°,8 und die grosse Trockenheit der Luft, welche gleichzeitig stattfand, machte es sehr wahrscheinlich, dass es in der Nacht bedeutend tiefer gewesen war; stieg es auch um die Mittagszeit bis zu 10° R., so hatte doch die Kälte einen grossen Einfluss gehabt. Die Kirschen standen eben in Blüthe, aber, wie dies so häufig geschieht, es waren einige Bäume, je nach ihrer Stellung, andern um einige Tage voraus. Namentlich war solches der Fall in einem Garten, welcher sich in dem nahe von W. nach O. laufenden ehemaligen Stadtgraben befand; die Bäume, welche auf dem von der Sonne beschienenen Abhange sich befanden, hatten einige Tage früher geblüht, als die in der Tiefe stehenden; bei ihnen war die Fructification vollendet und die Blätter der Blüthe fielen ab, während an den Bäumen in der mittlern Tiefe die Korollen sich eben aufgeschlossen hatten; — sämmtliche Pistille an allen diesen Bäumen waren am 11^{ten} schwarz; diejenigen Bäume endlich, welche auf dem südlichen Abhange standen, waren noch weiter zurück; bei ihnen erschienen in den Knospen nur grössere weisse Flecke, sonst waren sie noch geschlossen; nach der Lage des Abhanges, wirkte die Sonne hier weniger stark auf den Boden, zumal da noch einige grössere Gebäude den Mittagsschatten dahin werfen. Während die Bäume auf beiden

Abhängen eine Menge von Früchten trugen, fehlten diese in der Mitte des Gartens ganz. Wäre die Kälte einige Tage früher oder später gekommen, so würden die anderen Bäume während der Befruchtung von ihr gelitten haben und das Resultat in Beziehung auf die Ernte wäre ein anderes gewesen.

Bei Untersuchungen dieser Art, kommt es zugleich auf den ganzen Habitus der Pflanze an. In Deutschland habe ich mehrfach die Klage gehört, wie schwierig es wäre Hochalpen- oder lappländische Pflanzen zu ziehen, weil ihnen die Fröste in den Frühlingsnächten so viel schadeten, und es sind dafür verschiedene Ursachen, namentlich der schnelle Uebergang vom Winter zum Sommer angeführt worden. Wahr mag dies für Lappland sein, aber gewiss nicht für die Alpen, wo dieser Uebergang nicht schneller erfolgt, als in Deutschland, und wo unregelmässige Aenderungen der Temperatur während der Vegetationsperiode eben so häufig sind. Aber es kommen im Hochgebirge Bedingungen vor, die man in Deutschland nur durch künstliche Vorrichtungen erreichen kann. Ist der Schnee verschwunden, so entwickelt sich die Vegetation ungemein schnell; sinkt dann aber wieder die Temperatur mehrere Grade bis unter den Gefrierpunkt, so sind dieser Depression stets Gewitter oder gewitterartige Regen voraufgegangen, bei denen es aber in der Höhe, oft bis in die Waldregion herab, schneit; so werden die Pflanzen durch eine mehrere Zoll hohe Schneedecke vor der Kälte geschützt. Als ich im Jahre 1832 auf die Spitze des Faulhornes kam, fingen mehrere Pflanzen, namentlich *Gentiana nivalis,* eben an zu blühen; kaum hatten sich die ersten Korollen etwas entwickelt, so fiel Schnee in Menge; das Thermometer war mehrere Grade unter 0; nach wenigen Tagen hatte sich die Temperatur wieder erhöht, der Schnee war verschwunden und, da die

Wärme anhaltend war, so entwickelten sich nicht nur Blüthen, sondern, bei meinem mehrwöchentlichen Aufenthalte, konnte ich auch noch die Entwickelung der Samen verfolgen, ohne dass ich sah, dass eins der Exemplare, welche in der Nähe des Wirthshauses standen und mir täglich vor Augen waren, zu Grunde gegangen wäre. Und ganz etwas Aehnliches findet wahrscheinlich im hohen Norden statt. Im Sommer 1849 hatte ich in Kaaresuando, in Lappland, mehrere Tage ein Wetter, welches man selbst im südlichen Deutschland hätte schön nennen können; aber während der Fahrt, die ich den Muonio hinauf machte, um nach Lyngensfjord zu kommen, verschlechterte sich das Wetter und heftige Stürme nöthigten mich auf einer kleinen Insel im Kielli-järw mehrere Tage in einer oben offenen Hütte zuzubringen. Dabei fiel Schnee und Regen; blieb ersterer auch nicht an einem Standpunkte liegen, so waren doch die Höhen bis zu bedeutender Tiefe mit frischem Schnee bedeckt; da an meinem Standpunkte das Thermometer noch mehrere Grade über dem Gefrierpunkte stand, so litten die Pflanzen hier nicht; wäre die Temperatur niedriger gewesen, so würde der Schnee länger liegen geblieben sein und die niedrigen Pflanzen wären geschützt gewesen.

Ich habe diese wenigen Thatsachen angeführt in der Absicht, um anzuzeigen, dass die gewöhnlichen Thermometerbeobachtungen zwar manche Aufschlüsse geben können, dass man aber nicht Alles von ihnen erwarten dürfe. Da es ferner in dem Plane dieses Aufsatzes lag nur den Weg anzugeben, wie die Temperatur des Tages für das Innere unseres Distriktes aus wenigen Beobachtungen abgeleitet werden könnte, so will ich keine Vergleichung mit anderen Gegenden anstellen. Hart an der Küste des Meeres dürften die täglichen Variationen etwas abweichend sein, weil hier der Wechsel der Land- und

Seewinde die Verhältnisse ein wenig abändert. Ich werde auf diesen Gegenstand bei einer spätern Gelegenheit zurückkommen. Ebensowenig betrachte ich hier den Gang der jährlichen Wärme; die Mittel der einzelnen Monate habe ich in der obigen Tafel gegeben; aber obgleich die der Wintermonate zum Theil durch zehnjährige Beobachtungen bestimmt sind, so ist ihr Gang doch noch nicht so, wie er im Allgemeinen ist; denn dass der Februar kälter als der Januar, der März sogar kälter als der December ist, liegt in der Beschaffenheit der benutzten Jahre und weicht von dem allgemeinen jährlichen Gange der Temperatur ab. Die mittlere Temperatur des Jahres ist darnach 3°,10 R. (um 0°,01 abweichend von der in den „Sitzungsberichten" unserer Gesellschaft, S. 45, gegebenen Grösse, indem ich hier eine grössere Zahl von Beobachtungen benutzte). Doch habe ich bei dieser Zahl die Messungen von Parrot und Mädler nicht benutzt.

Ich habe ebenso den täglichen Gang der übrigen Instrumente untersucht. Das Barometer zeigt noch die täglichen Oscillationen; der Unterschied zwischen dem mittleren Maximum und Minimum beträgt nahe 0''',1, doch sind in einzelnen Monaten bedeutende Unregelmässigkeiten. Meine hygrometrischen Messungen umfassen nur wenige Jahre; ich habe die Beobachtungen später aufgegeben, da ich einsah, dass die gewonnenen Resultate nicht die viele Zeit lohnten, welche zu ihrer Ableitung erforderlich war.

VI.

Die Eisbedeckung des Embach in Dorpat.

Von Professor Dr. H. Mädler.

(Vorgelegt im Januar 1854.)

Zugang.		Aufgang.		Dauer d. Eisbedeckung.	
1840	Nov. 29.[1]	1841	März 29.	120 Tage	
1841	Dec. 31.	1842	März 29.	88 —	Spätest. Zugang, kürzeste Dauer.
1842	Nov. 7.[2]	1843	April 1.	145 —	
1843	Nov. 19.	1844	April 8.	141 —	
1844	Nov. 18.[3]	1845	April 15.	148 —	
1845	Nov. 11.	1846	März 26.	135 —	
1846	Nov. 30.	1847	April 20.	141 —	Spätest. Aufgang
1847	Dec. 18.	1848	März 15.	88 —	Frühst. Aufgang, kürzeste Dauer.
1848	Nov. 16.	1849	April 16.	151 —	
1849	Nov. 25.	1850	April 9.	135 —	
1850	Nov. 17.	1851	April 12.	146 —	
1851	Dec. 4.[4]	1852	April 3.	108 —	
1852	Oct. 27.	1853	April 10.	165 —	Frühster Zugang, längste Dauer.
1853	Nov. 25.	1854	April 5.	131 —	

1) Das Datum ist nach neuem Styl angegeben.

2) 1842—43 war die Eisdecke schwach und der Strom behielt den ganzen Winter hindurch offene Stellen.

3) 1844—45. Das gänzliche Zufrieren erfolgte am 20. Januar 1845.

4) 1851. Nach 17tägiger Eisbedeckung ging der Strom am 21. December völlig auf und gefror erst am 3. Januar 1852 aufs Neue. Diese 13 Tage offenen Wassers sind bei der „Dauer" in Abzug gebracht.

Man ersieht hieraus zur Genüge wie gross die Verschiedenheit der einzelnen Jahrgänge ist und wie schwer es fällt mittlere Perioden festzustellen. Die mehr als ein Jahrhundert umfassenden Beobachtungen über Zu- und Aufgang der Newa ergeben ähnliche, zum Theil noch stärkere Verschiedenheiten. Aus diesem Grunde wäre es höchst erwünscht nicht allein für Dorpat etwa vorhandene frühere Notizen brauchen zu können, sondern auch von andern Orten der Ostseeprovinzen ähnliche Beobachtungen zu erhalten, oder zu veranlassen. Der Verfasser dieser Zeilen würde es mit Dank anerkennen, wenn von möglichst vielen Punkten uns über das Gefrieren und den Wiederaufgang der Flüsse, Seen und Meeresbuchten zuverlässige Angaben ihm zugingen, und verspricht, falls diese Aufforderung den gewünschten Erfolg haben sollte, die sich daraus ergebenden Zusammenstellungen und Vergleichungen seiner Zeit in diesen Blättern mitzutheilen.

VII.

Die Flussfahrt auf dem Embach, von dessen Ausfluss aus dem Wirzjärw, bis Dorpat.

Von Gregor von Sivers.

(Vorgelegt im März 1854.)

In den letzten Jahren staute sich das Wasser im Wirzjärw zu so ungewöhnlichem Niveau an, dass die Wiesen am niedrig gelegenen Seeufer versumpften, feuchte Laubwälder zu verderben drohten und selbst benachbarte Ackerfelder, in Folge einer dadurch bewirkten Erkaltung des Bodens, nur kümmerliche Ernten trugen. Der nächste Grund, der diesen hohen Wasserstand bedingte, musste, wie es schien, in dem Versumpfen des Embachs, als einzigen Abzugskanals der grossen Wassermasse, gesucht werden. Da, nebst mehrern andern am See gelegenen Gütern, auch das Gut Walguta, im Besitz meines Vaters, durch den hohen Wasserstand in seinen Grenzen am Seeufer beeinträchtigt war, so erschien mir, im Interesse der betheiligten Gutsbesitzer, zunächst von Wichtigkeit sich davon zu überzeugen, ob der vorhin angeführte Grund, — das Versumpfen des Embachs, — in der That die ihm zugeschriebene Wirkung ausüben konnte, und ich beschloss daher das Fahrwasser des untern Embach, wenigstens bis nach Dorpat hinab, genauer zu untersuchen. In dieser Absicht bestieg ich, in Begleitung zweier Brüder, am 26. Juli 1852,

ein kleines Segelboot, worin wir, mit einem Kompass und der Rücker'schen grossen Karte von Livland, so wie mit einem Senkblei ausgerüstet, die Fahrt nach Dorpat unternahmen.

Um 11 Uhr Morgens stiessen wir, bei dem Badeort unweit der Hoflage Sivershof, zu Walguta gehörig, vom Lande und legten, mit einem frischen, günstigen Winde, die Strecke von etwa 20 Werst bis an den sogenannten Mündungskrug (Jöessu) in drittehalb Stunden zurück. Dieser Krug liegt hart am Ausfluss des Wirzjärw in den Embach, am linken Flussufer, auf einer wenig über die umliegende Niederung erhabenen Sanddüne, und ist im Frühling, in Folge seiner niedrigen Lage, der Wirkung der Eisschollen sowol, wie dem Hochwasser sehr ausgesetzt. Die weiten Niederungen, die ihn umgeben, liegen flach und öde, nur hin und wieder am fernen Horizont durch einen dunkeln Waldstreif gesäumt.

Hier traten uns sofort viele Hindernisse entgegen, die die Fahrt aufhielten. Der Ausfluss des Embach war stark versandet und nur ein schmales Fahrwasser übrig, welches die Holzschiffe der Amelung'schen Spiegelfabrik fast gänzlich sperrten, die den Ort als bequem gelegenen Hafen benutzen, während in einer Entfernung von nur einer Viertelwerst weiter der See hinlänglichen Ankerplatz bietet. Als es uns gelang, unbeschadet der hier reissenden Strömung, an den im Verhältniss zu unserm kleinen Segelboot kolossalen Holzschiffen vorbei, mit Mühe uns hindurchzuarbeiten, fanden wir eine Art Damm, den man als Flossbrücke bezeichnete, vor uns, an dem wir fast zerschellten. Bei dieser sogenannten Flossbrücke war, durch eine sehr rudimentäre Vorrichtung, die den schmalen mittlern Theil gegen die Strömung verschiebbar machte, die Möglichkeit geboten die Flussfahrzeuge durch die Oeffnung hindurchzuzwängen. Nirgends jedoch, weder im Kruge,

noch auf der weiten Niederung, wären Leute ausfindig zu machen, die bei dem schwierigen Experiment hätten hülfreiche Hand bieten können. Auch versicherte die Krügerin sehr naiv, dass hier Niemand geholfen würde, wenn er sich nicht selber helfe. Nach langem Aufenthalt, gelang es uns endlich, mit Hülfe zweier durch Zufall herbeigekommener Leute, unser Boot durchzubugsiren. Jenseit der Brücke aber, inmitten des Fahrwassers, lag, ein neues Hinderniss, das Dampfboot der Amelung'schen Spiegelfabrik vor Anker, beiderseits von demselben Ueberreste alter Fischwehren, nebst zwei verbrauchten grossen Holzböten, die versenkt im Grunde lagen, so dass der Fluss wie mit Absicht verbarrikadirt zu sein schien. Weiter folgten, kurz hintereinander, eine Menge alter, neuer und neuester Fischwehren, die das Flussbette dermaassen verändert hatten, dass nach der Rücker'schen Karte kaum eine Richtung mehr genau, wie die Karte sie angab, zu verfolgen war, indem an den Stellen der alten Fischwehren das frühere Flussbett oft in einen unzugänglichen Sumpf umgewandelt war. So krümmt sich der Strom, in tausend Windungen, durch unabsehbare, mit hohem Graswuchs bedeckte, morastige Niederungen und Sümpfe hindurch. An mehrern Stellen, wo ganz neue Wehren eben construirt waren, konnte man deutlich beobachten nicht allein wie bedeutend eine solche Wehre die Wassermasse anstaute, sondern auch wie der Strom, durch die hinter dem Flechtwerk sich anhäufenden Sand-, Schilf- und Schlammmassen in seiner Richtung abgelenkt, gezwungen wurde das jenseitige Ufer zu unterwaschen, um so nach und nach ein neues Bett sich zu schaffen. Etwa 40 bis 50 solcher Wehren, bald rasch hintereinander, bald in grössern Entfernungen aufeinander folgend, dämmen den Strom und hindern die Flussfahrt. Vom Mündungskruge, bis zum Gesinde

Pallopochia, sind sie besonders häufig; etwas spärlicher von hier bis zum Gesinde Recko. Weiter, bis Dorpat, trifft man nur hin und wieder alte Ueberreste zerstörter Fischwehren, meist unter dem Wasser verborgen und daher für die Schifffahrt um so gefährlicher.

Bald den Wind benutzend, bald zu den Rudern greifend, suchten wir diese Hindernisse, die zuweilen dicht hintereinander sich fanden, zu überwinden, daher uns nur wenig Zeit gegeben ward die Tiefe des Fahrwassers zu messen. Beim Einbruch der Nacht hatten wir etwa 24 Werst auf dem Flusse zurückgelegt und befanden uns demnach noch 40 Werst von Dorpat. Es waren uns jetzt lange keine Wehren begegnet und wir zogen daher die Ruder ein, um uns, in unsere Mäntel gehüllt, der Ruhe zu überlassen, während Einer um den Andern die Bootswacht halten sollte, und das Boot ruhig mit der Strömung hinabtrieb. Ringsum begrenzte den Horizont die unabsehbare Niederung; nur im Norden liess sich ein fern gelegener Nadelwald als dunkler Streif am Horizont entdecken, während südwärts, in undeutlichen Umrissen, die Kawelecht'sche Kirche und das Gut Ullila über den Flächen emportauchten. Eine tiefe nächtliche Stille herrschte ringsum in den weiten Ebenen; graue Nebelschichten, von einem matten Mondlicht beleuchtet, lagerten sich wie ein dichter Schleier über die öde Niederung. Ein fernes Wolfsgeheul, das Rufen aufgeschreckter Wasservögel und das sanfte Säuseln des Uferschilfs waren die einzigen Stimmen dieser Wildniss.

Ich mochte etwa eine Stunde geschlafen haben, als das nahe Quarren eines Morasthahns mich erweckte. Die eigenthümlich schaukelnde Bewegung des Bootes bewog mich aufzustehen, um der Ursache nachzuforschen; ich fand die Bootswache, ermüdet von den Anstrengungen des Tages, dem

Schlaf erlegen; das Boot schien zu gehen, stand jedoch, wie die Umrisse der Ufer erkennen liessen, auf der Stelle fest. Es war wieder eine tückische Wehre, die mit unsichtbaren Krallen unser Fahrzeug erfasst hatte und es in der starken Strömung hin- und herwarf. Eine halbe Stunde angestrengter Arbeit befreite uns endlich aus dieser unangenehmen und wenig fördernden Lage. Der Schlaf war uns mittlerweile gewichen und, um nicht ähnliche Unterbrechungen zu erleiden, mussten wir zunächst auf die Nachtruhe verzichten.

Der herandämmernde Morgen gestattete es uns allmälig zu orientiren; doch bot sich dem begierig spähenden Auge, in trostloser Einförmigkeit, nur dieselbe Aussicht dar, die wir beim Einbruch der Nacht bereits zur Genüge genossen hatten. Jetzt endlich schien eine neue Fernsicht aufzutauchen und freudig rudernd sahen wir ungeduldig der Veränderung entgegen, als plötzlich, bei einer Krümmung des Flusses, dasselbe ermüdende Panorama, die ferne Kirche Kawelecht und das Gut Ullila, in Morgennebel gehüllt, vor unsern Blicken lag. Neue Erwartung beim Verschwinden dieser Aussicht und abermalige Täuschung bei der nächsten Krümmung des Flusses. Bald vor uns, bald hinter uns, bald rechts, bald links, verfolgte uns, die Ungeduld steigernd, dasselbe Einerlei der Gegend, dasselbe Kawelecht und Ullila, eine unüberwindliche Einförmigkeit, die uns fast glauben machte, dass die Najaden ihr Spiel mit uns trieben, das Fahrzeug an die Stelle fesselnd, jedenfalls aber uns endlich in einen gewissen apatischen Zustand ruhiger Ergebung und Geduld versetzte. Die erwärmenden Strahlen der aufgehenden Sonne erweckten mittlerweile die schlummernden Bewohner der Einöde. Der hochbeinige Kranich schritt, sein Gefieder ordnend, im sanft wellenden Ufergrase einher, während der Fischadler,

über der sonnig blitzenden Wasserfläche schwebte, nach Beute spähend, und ein Schwarm scheuer Schnepfen schreiend längs dem Wasserspiegel hinstreicht; schnatternde Enten baden sich behaglich in einer ruhigen Strombucht, und das Quarren des aufgeschreckten Morasthahns benachrichtigt seine Schutzbefohlenen von der ungewohnten Erscheinung des Menschen.

Als wir, ohne neuen Hindernissen begegnet zu sein, acht Stunden lang den Fluss hinabgetrieben waren, liessen uns die rothen Dächer links, im Walde, schliessen, dass wir bewohnteren Gestaden uns näherten. Es war das Gut Kerrafer, an welchem vorüber ein noch nicht ganz vollendeter, 9 Werst langer und ansehnlich breiter Kanal die Laiwa, 4½ Werst unterhalb, in den Embach leiten sollte, um eine Wasserstrasse zwischen den Gütern Laiwa und Kerrafer mit Dorpat herzustellen und zugleich die ganze umliegende Gegend zu entwässern. Die Ufer wurden von hier an wieder höher und der Flusslauf rascher. Als wir, das Gesinde Leezi rechts zur Seite lassend, etwa 2½ Werst flussabwärts, bis kurz vor das Gesinde Prosta gelangt waren, erhielten wir plötzlich einen Stoss, der uns fast umwarf, und das Boot stand mit dem Vorderbord hoch in der Luft, während der Steuerbord schon Wasser schöpfte. Die Segel wurden rasch gewandt und wir glitten glücklich, ohne gelitten zu haben, an einer grossen Steinmasse vorüber. Wir waren auf den bei den Embachschiffern berüchtigten schwedischen Damm aufgefahren und konnten, unter diesen Umständen, uns nur Glück darüber wünschen, dass unsere Argo ein stark gebautes Boot mit eisenbeschlagenem Kiele war. Dieser Damm besteht aus einem Haufwerk grosser Steinblöcke, das die ganze Breite des Flusses einnimmt und über welches der Fluss strudelnd hinwegstürzt. Es sind zwar in neuerer Zeit einige der

grössten Steine ans Ufer ausgehoben worden, allein noch immer deren genug vorhanden, um die Fahrt unsicher zu machen und den Strom zu dämmen. Nach der Ueberlieferung der Flussanwohner, ist dieser Damm in alten Kriegszeiten von den Schweden aufgeführt worden, um den russischen Fahrzeugen das Hinaufschiffen auf dem Embach zu verwehren. In unsern Geschichtsbüchern vermochte ich jedoch nicht eine genauere Kunde darüber ausfindig zu machen und möchte es darum eher für ein Werk der Ehsten, aus der ersten Zeit der Eroberung des Landes durch die deutschen Ritter, halten. So versuchten es die Oeseler, im J. 1214, durch Böte und grosse hölzerne Kasten, die sie mit Steinen in den Grund versenkten, die Dünamündung für die Schifffahrt zu sperren (Arndt, Liefländ. Chronik, Bd. I, S. 112) und, in demselben Jahre, wollten sie ein Schiff der Deutschen, das vor dem Sturm in einem Hafen an der Küste Oesels sich geborgen hatte, vor dem Auslaufen aus demselben dadurch hindern, dass sie vom Seeufer aus ein Gerüste von Balken quer vor die Mündung des Hafens bauten, das mit Steinen angefüllt wurde (ebendas. S. 115).

Nachdem wir nun so glücklich gewesen waren alle Hindernisse selbst zu erfahren, die die Flussfahrt zu bieten hat, indem wir beim Mündungskruge an der Flossbrücke stundenlang aufgehalten, in den Fischwehren stecken geblieben, auf die Sandbänke der Wehren getrieben und endlich auf den Kerrafer'schen Steinen fast zerschellt waren, — langten wir, nach einer 30stündigen Fahrt, am folgenden Tage, um 5 Uhr Nachmittags, in Dorpat an.

Auf der Rückfahrt, von Dorpat aus, mussten wir jedoch noch die Schwierigkeiten der Leinfahrt kennen lernen. Am 28ten, Morgens um 9 Uhr, schifften wir uns wieder ein und

glaubten mit der frischen Südostbrise unsere Rückfahrt rasch zu beenden; auch waren wir schon um 12 Uhr bis unter Falkenau, 11 Werst gegen die Strömung hinaufgelangt, als der Wind nach Süd und Südsüdwest umschlug und frischer wurde. Um den heftigen Wind und die starke Strömung zu überwinden, blieb uns Nichts übrig, als uns an der Leine zu ziehen. Doch war dies kein leichtes Stück Arbeit, indem wir, der Versumpfungen wegen, fortwährend die Ufer wechseln, einzelne Strecken aber, wo der Sumpf an beiden Flussufern keinen Leinpfad gestattete, mit der grössten Kraftanstrengung und nur geringem Erfolg, uns hinaufrudern mussten. So wurde eine Strecke von 6 Werst in einem Zeitraum von 5 Stunden zurückgelegt, indem wir erst gegen 5 Uhr Abends bei dem schwedischen Damm anlangten. Nachdem diese gefährliche Stelle passirt war, ankerten wir, um uns durch einen frugalen Mittagsinbiss für Müh' und Noth zu entschädigen. Auf einer Insel, vor einem flackernden Feuer gelagert, untersuchten wir unsern geringen Mundvorrath, den der gesunde Appetit sehr rasch zu vernichten drohte, ein Umstand der jedoch sehr bedenklich erschien, wenn wir nach demselben Maass, wie bisher, vom schwedischen Damm aus, vorrückten, indem wir, nach diesem Verhältniss gerechnet, noch eine Fahrt von zwei Tagen vor uns hatten, ehe das 10 Werst vom Ausfluss gelegene Gesinde Pallopochia erreicht werden konnte, der einzige Ort, wo es möglich war ein Stück Brod zu acquiriren. Indem wir uns in diesen trübseligen Betrachtungen ergingen, rudert ein Fischerboot vorüber, das wir anriefen und, zu nicht geringer Freude, konnten uns die Fischer ein grobes Brod und zwei Fische überlassen, womit nun für unsern fernern Unterhalt gründlich gesorgt war.

Als wir nun, gestärkt und von neuer Hoffnung belebt,

die Anker lichteten, wurde der Wind zum Sturm, welcher heftige Regengüsse in seinem Gefolge brachte. Mit diesem neuen Ungemach war unser Stolz gebrochen und wir beschlossen kleinmüthig in dem nahen Kerrafer ein Unterkommen für die hereinbrechende Nacht zu suchen. Bei dem Verwalter des Gutes, Hrn. Hahn, fanden wir ein gastliches Obdach, sahen uns jedoch veranlasst, da der contraire Wind in seiner Vehemenz nicht nachliess, das Boot weiter an der Leine bugsiren zu lassen, wozu Hr. Hahn uns zwei rüstige Leute zur Hülfe gab. Diese brachten uns, bald das Fahrzeug an der Leine führend, bis über die Knie im Sumpfe, oder durch Schilf und Weidengesträuch sich Bahn brechend, bald rudernd, in einem Zeitraum von 14 Stunden zum Mündungskruge heraus, nachdem wir bei den hundert Krümmungen gegen manche Wehre gestossen und auf mancher Sandbank sitzen geblieben waren. Wir begrüssten daher mit Freude den lichten, im letzten Sonnenstrahl blitzenden Streif des Wirzjärw, der uns die Freiheit auf seinen weiten wogenden Wellen verhiess und sagten mit leichtem Herzen dem Embach Lebewohl, dessen Sumpfgestade den Enten und Schnepfen zum Wohnort überlassend.

Ein Blick auf die Struve'sche Höhenkarte Livlands zeigt uns, dass der untere Embach, vom Wirzjärw bis Dorpat, in einer breiten Niederung sich hinschlängelt, welche bei Dorpat sich verengt, um gleich wieder aufsneue sich auszubreiten. Diese Niederung ist grösstentheils ein zusammenhängender, ausgedehnter Morast und nur hie und da, an den wenigen trocken gelegenen Ufern, breitet sich der fruchtbare Boden in üppigen Wiesengründen aus. Nach den Struve'schen Höhenmessungen, wird das Gefälle des Flusses, vom Wirzjärw bis Dorpat, nur auf 8 Fuss engl. angegeben, indem der Wasserspiegel des Wirzjärw 115 Fuss, der niedrigste Wasserstand

bei der Steinbrücke in Dorpat aber 107 Fuss engl. über dem Spiegel der Ostsee beträgt. Da wir jedoch auf dieser Distanz von 64 Werst beständig eine nicht unbedeutende, auf einer Strecke von 18 Werst aber eine starke, das Wasser in Strudeln bewegende Strömung vorfanden, so scheint mir diese Angabe zu gering zu sein, es hätte denn das erhöhte Niveau des Wirzjärw ein stärkeres Gefälle des Embach zur Folge gehabt.

Schiffer, die mit dem schwierigen Fahrwasser, seinen Sandbänken und Fischwehren vertraut sind, vermögen immerhin, mit 5 bis 6 Fuss tief gehenden Fahrzeugen, bei dem Hochwasser im Frühling und Herbst, den Embach von Dorpat an bis in den Wirzjärw zu befahren. Im Allgemeinen besitzt der Fluss eine ansehnliche Tiefe von circa 13 bis 15 Fuss und ist von steil abfallenden Ufern eingefasst, an denen keine anstehenden Gesteine zu Tage ausgehen.

Wo keine Hindernisse dem Strom in den Weg gelegt sind, ist die Strömung gleichmässiger und das Flussbette weniger krümmungsreich; die Flussufer sind auf solchen Strichen höher, sogar bis 7 und 8 Fuss über dem Wasserspiegel sich erhebend und von schönen, duftenden Wiesen bedeckt, wo *Anthoxantum odoratum, Alopecurus pratensis, Phleum pratense, Aira caespitosa, Poa pratensis* und *silvestris, Vicia cracca* und der *rothe Wiesenklee* vegetiren, der *schwarze Johannisbeerstrauch* sehr häufig vorkömmt, eine Vegetation, die den üppigsten Wiesenboden bezeugt. Wo dagegen die Wehren oder die vielen Krümmungen das Wasser in seinem Laufe aufhalten, sind die Ufer grösstentheils nass und gänzlich versumpft. Sie tragen zwar einen hohen, üppigen Graswuchs, der an Quantität seines Heuertrags gewiss reichlicher lohnt, als solcher der von den trocknen Uferwiesen erhalten wird; doch bilden den Bestand dieser Morastwiesen nur saure

Gräser, wie die *Seggen*arten, nebst vielem *Schachtelhalm* und *Binsen*, ja öfter auch nur Sumpfpflanzen, wie *Butomus umbellatus*, *Alisma Plantago*, *Sagittaria sagittaefolia*, *Polygonum amphibium* u. s. w.

Von seinem Ausfluss aus dem Wirzjärw, bis zum Gesinde Pallopochia, verfolgt der Embach mit mehreren Krümmungen eine NO-liche Hauptrichtung. Auf dieser ersten Distanz, sind seine Ufer kaum 2 Fuss hoch und, dem entsprechend, auch die weiten Ebenen an beiden Flussufern niedrig gelegene, sumpfige Heuschläge, sogenannte Luchten. Zur Zeit des Hochwassers, im Frühling und Herbst, wirkt die Pödde, durch die Gewässer der Pahle verstärkt, oberhalb Pallopochia in die Linke des Embach mündend, auf dessen Wasserstand so bedeutend ein, dass die ganze Niederung, bis weit landeinwärts in die Gebiete von Woisek, Randen und Kawelecht, zu einer unabsehbaren, mit dem Wirzjärw zusammenhängenden Wasserfläche verwandelt wird. Der Wasserandrang der Pödde ist, in Folge ihres starken Gefälles und ihres weiten, bis über die Grenzen Livlands hinausreichenden Flussgebietes [1]), von solchem Einfluss, dass sie den Embach sogar nach dem Wirzjärw zurückstaut, wodurch die grossen Ueberschwemmungen dieses Sees veranlasst werden. Von dem Gesinde Pallopochia, bis zum Gesinde Recko, das gerade unter dem Meridian von 44° östlicher Länge gelegen ist, nimmt der Fluss eine OSO-liche Hauptrichtung an und beschreibt dann, mit unzähligen Krümmungen, einen Bogen, der nach ONO und OSO gerichtet ist, bis zur Mündung des Kawelecht'schen Flusses. Auf dieser zweiten Distanz, erheben sich die Ufer 5 bis 8 Fuss hoch und sind hin und wieder

1) S. Rathleff's Skizze der orographischen und hydrographischen Verhältnisse von Liv-, Esth- und Kurland, S. 156 u. 157.

von Ellern- und Weidengehölz beschattet. Der unmittelbare Ufersaum ist, wie ich mich mehrmals davon überzeugte, im Niveau höher gelegen, als die landeinwärts zu beiden Seiten angrenzenden Ebenen. Die alluviale Bildung der Ufer, wie auch wol der ganzen Niederung, ist überall in deutlichen Zügen hervortretend. Thonige, dunkelgefärbte Humusschichten finden sich im Wechsel mit hellen, gelblichweissen, dünnen Sandschichten, welche letztere flussaufwärts nach dem Wirzjärw an Mächtigkeit zunehmen, weiter flussabwärts dagegen sich nach und nach verlieren. Die Ueppigkeit der Vegetation auf den höhern Ufern bezeugte die Fruchtbarkeit dieses Ufermarschbodens. Von der Mündung des Kawelechtschen Flusses, bis Kerrafer und dem gegenüberliegenden Leezi-Gesinde, behauptet der Fluss eine ONO-liche Richtung. Auf dieser dritten Distanz sind die Ufer wieder niedrig, Rohr und Binsen, auf sinkendem Sumpf gewachsen, oft die einzigen Begrenzungen des Flusses. Von Kerrafer und dem Gesinde Leezi, bis unter Falkenau, verfolgt der Embach eine NO-liche Hauptrichtung, um von hier, bis Dorpat, in geradem Laufe, die SO-liche zu nehmen. Auf jener erstern Erstreckung, die ich als vierte Distanz bezeichnen will, steigen die Ufer wieder an und hier liess sich, gegen das Dorf Kardla hin, am rechten Ufer, eine mächtige Schicht graulichweissen, lockeren Kalkmergels sehen, die etwa $1\frac{1}{2}$ Fuss hoch von Dammerde gedeckt erschien. Vom Kardla-Dorfe an, bis Dorpat, eine Strecke von etwa 13 Werst, nimmt das Flussthal nach und nach ein bewohnteres, freundliches Ansehen an. Wald und Wiesen wechseln an den mässig ansteigenden Ufern ab, hie und da werden Bauerwohnungen gesehen, von wellenden Kornfeldern umgeben; der Mensch lässt, mit den Spuren die seine schaffende Hand zurückliess, auch wieder seine

Stimme vernehmen; man hört den Hund, seinen treuen Gefährten, wieder an seinem Hause Wacht halten und das Blöken weidender Heerden auf den reichen Grastriften; es ist das Leben wieder erwacht und tritt in überraschendem Gegensatz zu der lautlosen Stille der einförmigen, weiten Ebene, — ich möchte sagen Einöde hervor, die man hinter sich liess.

Was die Hindernisse der Schifffahrt auf dem Fluss anbetrifft, so sind deren, wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, nicht wenige. Um sie im Wesentlichen zusammenzufassen, lassen sie sich in folgenden Punkten hervorheben: 1) der versandete Ausfluss ans dem Wirzjärw; 2) der zum Nachtheil der Strömung gewählte Ankerplatz der Amelung'schen Schiffe; 3) die in den Grund versenkten Schiffswracke; 4) die Flossbrücke beim Mündungskruge, die mehr ein Damm als eine Flossbrücke genannt werden kann; 5) die 40 bis 50 Fischwehren; 6) der Steindamm unter Kerrafer; 7) die allzuhäufigen Krümmungen; 8) die alten versumpften Flussbetten und endlich 9) das rechtwinkelige Einströmen fast aller Zuflüsse.

Ein grosses und vielleicht das grösste Hinderniss bieten die Fischwehren. Sie veranlassten seit undenklichen Zeiten die Entstehung einer Unzahl kleiner Inseln und Sandbänke und die stete Veränderung des Flussbettes [1]), wodurch die Leinfahrt so sehr beschwerlich gemacht wird, dadurch aber auch die vielen Krümmungen, welche die 32 Werst in gerader Linie betragende Entfernung vom Ausfluss des Wirzjärw bis Dorpat zu 64 Werst ausdehnen. Diese Verhältnisse wirken ihrerseits auf den Wirzjärw zurück, und wir finden daher Lokalitäten an dem See, wo, den Traditionen der anwohnenden Fischerbauern zufolge, welche durch die alten schwedischen

1) Die alten versumpften Flussbetten werden von den Ehsten Kolut genannt, d. i. Gestorbene (i. e. Flussstellen), von dem Verbum kolama, sterben.

Gutskarten ihre Bestätigung finden, Wiesen und Halbinseln an den Ufern sich erhoben, da, wo jetzt die Wellen des Wirtjärw gehen und Fischer ihre Netze auswerfen [1]). Die Etymologie des Namens Wirzjärw bezeichnet übrigens einen moorigen Charakter der Seeufer, indem der Ausdruck wirz, bei den ehstnischen Anwohnern der östlichen Ufer des Wirzjärw, Schlamm, Koth, Moder bedeutet, — also Wirzjärw etwa gleichbedeutend mit Schlammsee.

Würde der versandete Ausfluss des Wirzjärw durch einen Steindamm in den See hinein gesichert, der Hafen der Amelung'schen Schiffe verlegt, statt der Flossbrücke ein Prahm eingerichtet, die Unzahl der Fischwehren vernichtet, das Ellern- und Weidengesträuch der Ufer niedergehauen und eine Leinfahrt gebahnt, endlich der Steindamm bei Kerrafer niedergerissen, — so wäre damit der Embach zu einer der schönsten und nutzbarsten Wasserstrassen erhoben [2]). Die jetzt spärlich hinabgehenden Getreideböte würden sich vermehren und, vom Peipus bis Teilitz hinauf, eine 6 Monate hindurch offene Strasse eröffnet sein, die wesentlich zur Hebung der landwirthschaftlichen Industrie beitragen müsste, abgesehen davon, dass die trockengelegten Sumpfheuschläge an seinen Ufern zu schönen Wiesen umgeschaffen und die angrenzenden Ackerfelder auch in nassen Jahren reiche und sichere Ernten tragen würden. Welche Vortheile für verhältnissmässig nur geringe Auslagen!

Walguta, den 12. September 1852.

---

1) Von dem Wirthen des Linsi-Gesindes, auf dem Gute Walguta, wurde vor einigen Jahren ein altes Schwert zu Hufnägeln verschmiedet, das, nach seiner Erzählung, seine Voreltern gebraucht hatten, um den Besitz einer Wiese kämpfend, welche die jetzige Insel Wönnasaar mit dem Suislepschen Strande verbunden hatte. In der That ist der See an dem Orte seicht und häufig streckenlang mit Wasserpflanzen bewachsen, die Tiefe in trockenen Jahren nur 6 Fuss betragend.

2) Ein Theil dieser Hindernisse ist später, im J. 1853, im Auftrage des Dörptschen Ordnungsgerichts, den der Verfasser selbst, als Glied dieser Behörde, auszuführen hatte, bereits beseitigt worden. Namentlich sind die vielen ihm so verhassten Fischwehren, zum grossen Nutzen der Flussschifffahrt, hinweggeräumt. Anm. d. Red.

Inhalt.

Archiv

für die

Naturkunde

Liv-, Ehst- und Kurlands.

Herausgegeben
von der
Dorpater Naturforscher-Gesellschaft,
als Filialverein
der livländischen gemeinnützigen und ökonomischen Societät.

Erste Serie.

Mineralogische Wissenschaften, nebst Chemie, Physik und Erdbeschreibung.

ERSTER BAND.

ZWEITE LIEFERUNG.

(Mit einer Karte.)

DORPAT 1856.
Druck von Heinrich Laakmann.

VIII.

Vermessung des Embachs, seines Laufes und seiner Profile,

im Sommer des Jahres 1808.

Von Magnus Georg Paucker,
(d. Z. Studiosus der Wasserbaukunde).

(Hierzu eine Karte.)

Einleitung.

Der Plan, nach welchem die Vermessung des Flusslaufes geschah, war, wie bei jeder trigonometrischen Messung, der, die vorzüglichsten und am weitesten sichtbaren Gegenstände der Umgebung durch genaue Winkelmessung des Sextanten in ein Netz von Dreiecken zu bringen. Als natürlicher Maassstab der Seiten dieser Dreiecke diente Eine Seite, vermittelst einer auf dem Felde unmittelbar bestimmten Basis, in bekannten Einheiten ausgedrückt.

Die Messung dieser Basis war also das erste Hauptgeschäft.

Die Winkelmessung der Dreiecke des Netzes das zweite Hauptgeschäft.

Das dritte Hauptgeschäft bestand in der umständlichern Aufnahme der Krümmungen, abermals mit dem Spiegelsextanten, indem ich bei jeder Hauptkrümmung, an einem festen und sichtbaren Gegenstande nach drei bekannten Punkten des

Netzes zwei Winkel nahm, wodurch sich der Standpunkt berechnen liess. Diese Standpunkte waren 1 bis 4 Werste von einander entfernt, und da ich einen solchen Abstand, wenn er auch noch nicht berechnet war, dennoch als bekannt annehmen konnte, so war es ein Leichtes, die kleinern Krümmungen des Flusses, vermittelst des Messtisches und der Boussole, zwischen solchen Abständen zu bestimmen.

Das vierte Hauptgeschäft endlich bestand in der Verpeilung. Sie geschah bei jedem der eben genannten Standpunkte längs einem Seile, das quer über den Fluss, senkrecht auf den Stromstrich, ausgespannt wurde. Es war von drei zu drei Arschinen eingetheilt und bei jedem solcher Theilpunkte wurde die Tiefe vermittelst eines eingelassenen Senkels bestimmt.

Erstes Hauptgeschäft.

Messung der Basis.

Das im Süden der Stadt Dorpat zum Gute Techelfer gehörige Feld schien mir zu dieser Messung besonders bequem, da es gerade brach lag und ziemlich eben ist, einen kleinen Rücken gegen die Mitte zu ausgenommen. Ueberdies konnte ich darauf, gleichlaufend mit dem Embache, eine Strecke von ungefähr zwei Wersten nehmen, so dass das Eine Ende der Basis sich ungefähr der Domruine, das andere der Rathshoffschen Steinwindmühle gegenüber ergab.

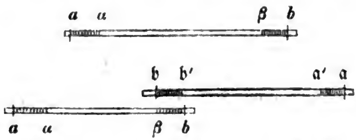
Diesemnach liess ich, nachdem mir der Hr. Kammerherr v. Schilling, auf Techelfer, gütigst die Erlaubniss zur Messung auf seinem Felde gegeben hatte, drei lange Stangen von ungefähr 25 bis 30 Fuss aufpflanzen, eine davon an dasjenige Ende des Feldes, welches nach dem Hofe zu, an dem

dahin führenden Wege, liegt, die zweite etwa in die Mitte der beiden andern Stangen und die dritte nahe an die nach Riga führende Heerstrasse, so dass sie mit den beiden vorigen haarscharf in gleicher Linie stand.

Der grössern Genauigkeit wegen führte ich die Grundmessung mit hölzernen Maassstäben aus, welche ich vermittelst einer Vorrichtung wasserrecht stellen und einander aufs Genaueste anpassen konnte.

Die erste dieser Vorrichtungen bestand in drei kleinen Tischchen, stehend drei bis vier Fuss hoch und das Blatt einen Geviertfuss gross, bei denen nicht nur die Füsse beweglich waren, sondern auch das Blatt eine auf- und niedergehende Bewegung hatte.

Um zweitens den Endpunkt des einen Maassstabes sehr genau an den des andern zu bringen, hatte ich an dem einen Endpunkte an himmelwärts, eine Eintheilung angebracht,



indem ein Strich von 3 Zoll in 9 gleiche Theile getheilt war, so dass jeder Theil 3 $^1/_3$ Linien fasste. Wenn also *a* und *b* die Endpunkte dieses Maassstabes vorstellen, so sind *aα* und *bβ* die daran angebrachten Eintheilungen. Legte ich nun den andern Maassstab ba hart an jenen *ab*, so hätte eigentlich der Endpunkt b hart auf den Endpunkt *b* treffen sollen. Geschah dies nicht, so musste die Menge der Theile von *bβ*, die sich zwischen *b* und b befanden, von dem Betrage der Länge *ab* und ab abgezogen werden. Um aber diejenigen Ueberschüsse zwischen *b* und b, die kleiner als Drittelzoll oder

$3\,^1/_3$ ausfielen, nicht schätzen zu dürfen, sondern ebenfalls genau bestimmen zu können, wurden an dem zweiten Maassstabe ab von b und a an hineinwärts Verniers angebracht. Eine Länge von ebenfalls 3 Zoll wurde nämlich hier in 10 gleiche Theile getheilt, so dass auf jeden Theil $^3/_{10}$ Zoll oder 3 Linien kamen, und dass der Ueberschuss eines jener Theile über einen dieser ($^3/_9$ — $^3/_{10}$) Zoll = $^1/_3$ Linie war. Da die Zahlenreihe, auf dem ersten Maassstabe hineinwärts, auf dem zweiten aber hinauswärts fortschritt, so war die Ablesung jedes Mal doppelt. Nämlich auf *bβ* wurde die Zahl desjenigen Theilstriches abgelesen, der unmittelbar vor b vorherging, und diese Zahl gab Drittelzolle an; des noch etwa sich ergebenden Unterschiedes wegen aber wurde zugleich auf b′b die Zahl desjenigen Theilstriches abgelesen, der auf einen Theilstrich von *bβ* passte, und diese Zahl gab Drittellinien an. Da man aber noch den dritten Theil dieser Länge mit blossem Auge schätzen konnte, so ergibt sich, dass bei Berührung der Maassstäbe eine Ungewissheit von höchstens $^1/_{10}$ Linien stattfinden konnte, welches auf 850 gelegte Maassstäbe oder 6400 Fuss eine Ungewissheit von 80 bis 85 Linien, oder von ungefähr 8 Zoll, den 8000sten Theil der ganzen Länge, ausmacht.

Das Messungsgeschäft mit diesen Vorrichtungen ging am geschwindesten und genauesten vonstatten, wenn dabei fünf Personen angestellt waren, ein Ableser, zwei Abseher und zwei Träger. Wenn nämlich die Ablesung des Eingriffes (oder des von der Länge der Maassstäbe Abzuziehenden) geschehen war und von dem Ableser laut hergesagt worden, damit nicht nur er, sondern auch noch irgend ein Anderer sie für sich aufzeichnen konnte und so aller Irrthum vermieden wurde, ergriff der erste Träger den frei gewordenen Maassstab, der zweite Träger das frei gewordene Tischchen und

der zweite Abseher die Wasserwage, während der Ableser an das fernere Ende des noch stehenden zweiten Maassstabes fortrückte und dies Ende, damit es bei den Bewegungen nicht aus der Lage komme, auf das Tischblatt andrückte. Der zweite Träger setzte hierauf das Tischchen nach dem Augenmaasse bequem hin, der erste legte den Maassstab auf und trat ab. Unterdess stellte der zweite Abseher die Wasserwage auf die Mitte des Maassstabes und der zweite Träger schob das Tischblatt so lange hinauf oder hinab, bis der Maassstab wasserrecht lag. Alsdann rückte er denselben in der wasserrechten Ebene so lange hin und her, den Andeutungen des ersten Absehers gemäss, bis die Berührungsfläche beider Maassstäbe genau in die Scheitelfläche der als Merkzeichen der graden Linie senkrecht aufgestellten Stangen kam, worauf der zweite Abseher die Genauigkeit des ersten Absehers rückwärts prüfte. Endlich geschah die Ablesung und Aufzeichung des Eingriffs.

Wenn nach einiger Uebung der dabei angestellten Personen das Geschäft geschwinde genug vor sich ging, so konnten 40 und einige Maassstäbe in einer Stunde gelegt werden. Die meiste Zeit raubte jedesmal die Aufstellung des Tischchens und die Nivellirung des Maassstabes.

Bei anfangender Messung, wurde von der Mitte des ersten Merkpfahles, an der Rigischen Strasse, die Länge von 4 Fuss 9,2 Linien + $^1/_2$ *B* abgesetzt, wo *B* die gleichen Durchmesser der Merkpfähle bezeichnet. Sodann wurde mit dem Maassstabe II. angefangen, darauf der Maassstab I. genommen u. s. w., so dass die ungraden Zahlen den Maassstab II., die graden den Maassstab I. anzeigen.

Verzeichniss der Maassstäbe und Eingriffe.

Eingriffe.	Maassst.
—	1 (№ II.)
7. 3	2 (№ I.)
5. 6	3 (№ II.)
7, 3,3	4 (№ I.)
5. 4,5	5
8. 5	6
9. 1	7
8. 8	8
7. 5,6	9
9. 2,5	10
8. 8,7	11
8. 1	12
6. 8,4	13
9. 5,3	14
9. 2	15
7. 2	16
1.9. 3	17
9. 5,5	18
8. 9	19
9. 0	20
8. 9	21
9. 0	22
9. 1	23
8. 3	24
8. 0	25
9. 5	26
9. 0	27
8. 3	28
Summe d. Eingriffe s = 76,16 Zoll.	
8. 8	29
8. 4	30
9. 1	31
9. 0	32
9. 6	33
9. 6	34
8. 5,3	35
9. 7,5	36
9. 6	37
9. 3	38
9. 1	39
9. 0	40
—	41
9. 1,5	42

Eingriffe.	Maassst.
9. 7	43
9. 1	44
9. 5	45
9. 5,5	46
9. 7,5	47
8. 7	48
8. 7	49
9. 5,5	50
9. 0	51
9. 1	52
9. 4	53
9. 0	54
9. 0	55
9. 3	56
s = 82,76 Z.	
9. 2,5	57
9. 3	58
9. 1,2	59
9. 1	60
9. 5,5	61
9. 5	62
9. 2,8	63
9. 5	64
9. 1,8	65
9. 1	66
9. 3	67
9. 9	68
9. 4	69
9. 6	70
9. 7	71
9. 9	72
9. 4	73
9. 3,5	74
9. 4	75
9. 4	76
9. 1,5	77
9. 3	78
9. 7	79
9. 0	80
9. 4	81
8. 8	82
9. 6	83
9. 4	84
s = 87,53 Z.	

Eingriffe.	Maassst.
8. 5	85
8. 7	86
9. 3	87
9. 3,5	88
9. 5,5	89
9. 1	90
9. 5	91
9, 2	92
9. 4	93
9. 9	94
9. 9	95
9. 5	96
9. 9	97
9. 3	98
9. 2	99
9. 6	100
—	101
9. 8	102
9. 3	103
8. 9	104
9. 7,5	105
9. 1	106
9. 0,5	107
9. 0	108
9. 1	109
9. 6	110
8. 9	111
9. 6	112
s = 84,00 Z.	
6. 0	113
5. 5	114
9. 3	115
9. 0,5	116
9. 5	117
9. 9	118
9. 0	119
9. 3	120
8. 9,8	121
9. 6	122
9. 7	123
9. 1	124
9. 4,5	125
9. 1	126
9. 2,2	127

Eingriffe.	Maassst.
9. 1	128
9. 6	129
9. 2	130
9. 6,8	131
9. 2,6	132
9. 7,5	133
9. 2,5	134
9. 7,5	135
9. 5,8	136
9. 5,5	137
9. 6	138
9. 9	139
9. 4	140
9. 5	141
9. 2	142
9. 1	143
9. 4	144
9. 1,8	145
9. 5,5	146
9. 0	147
9. 7,5	148
9. 2	149
9. 6	150
9. 4,8	151
9. 4	152
9. 4	153
9. 4	154
9. 6	155
9. 3	156
9. 1,5	157
s = 138,51.	
9. 4,5	158
9. 4	159
9. 3,5	160
9. 3,5	161
9. 2	162
6. 5	163
6. 4	164
9. 2	165
9. 5	166
9. 7	167
9. 4	168
7. 5,5	169
7. 8	170

Eingriffe.	Maassst.	Eingriffe.	Maassst.	Eingriffe.	Maassst.	Eingriffe.	Maassst.
8. 6	171	5. 9,5	216	8. 1,7	261	6. 0	305
7. 8,9	172	7. 0	217	7. 2,5	262	7. 0	306
9. 0	173	5. 2	218	7. 4	263	5. 1	307
9. 2	174	7. 4	219	5. 0	264	5. 4,5	308
7. 9	175	4. 5	220	8. 1,3	265	4. 5	309
8. 3	176	8. 4,5	221	4. 9,5	266	7. 2,5	310
7. 3,9	177	7. 0	222	5. 8	267	8. 6,5	311
8. 5,5	178	5. 7	223	7. 1	268	9. 6	312
8. 7,5	179	7. 6	224	6. 4,8	269	8. 2,5	313
7. 0	180	0. 5,5	225	6. 6,8	270	5. 9,5	314
8. 3	181	5. 9	226	8. 2	271	8. 4,5	315
8. 8	182	7. 8	228	6. 5,5	272	5. 8,5	316
7. 9	183	7. 5	228	7. 9	273	7. 7	317
7. 3,5	184	9. 6,5	229	6. 5	274	7. 8	318
7. 4	185	8. 1	230	6. 3,5	275	7. 3	319
9. 2	196	9. 7	231	7. 3	276	7. 2	320
7. 6	187	8. 6,5	232	9. 3	277	7. 1,5	321
7. 8	188	7. 8	233	7. 1,5	278	5. 9,8	322
8. 5	189	8. 9,5	234	7. 5	279	6. 7	323
7. 5,5	190	9. 0	235	4. 7,5	280	6. 6	324
9. 4	191	7. 6,8	236	6. 5	281	5. 9. 0	325
7. 9	192	6. 5,5	237	5. 8,5	282	6. 3	326
8. 1,5	193	5. 9	238	7. 3	283	7. 6	327
9. 0	194	6. 8	239	7. 0	284	7. 4	328
8. 9	195	5. 5	240	7. 1	285	6. 6,5	329
6. 3	196	8. 9	241	7. 1,5	286	6. 8,8	330
8. 8	197	7. 6	242	5. 9,5	287	7. 8	331
7. 9	198	7. 8,5	243	1. 9. 1,5	288	6. 0	332
8. 5,9	199	6. 7,8	244	8. 5	289	5. 8	333
7. 3	200	8. 8,5	245	8. 2	290	5. 4	334
6. 5	201	8. 0	246	9. 2	291	6. 3	335
7. 4,3	202	6. 5	247	6. 7	292	6. 7,8	336
s = 123,97.		s = 109,36.		s = 109,25.		s = 101,80.	
9. 1	203	8. 5,5	248	6. 7 —	293	5. 9	337
8. 4	204	8. 5	249	4 Z. $6\frac{1}{8}$ L. + B		5. 0	338
8. 7	205	7. 8,5	250	—	294	7. 5,5	339
7. 4,8	206	1. 9. 1,5	251	5. 7,5	295	4. 5	340
6. 7,5	207	5. 6	252	6. 6	296	8. 8,5	341
8. 7	208	9. 5,5	253	9. 1	297	7. 0,5	342
8. 4	209	7. 3	254	7. 5,5	298	5. 9	343
—	210	9. 5,5	255	5. 5	299	5. 2,5	344
9. 5,5	211	6. 0	256	4. 0	300	7. 1	345
5. 4,5	212	7. 4,3	257	4. 8	301	7. 5	346
7. 9	213	5. 4,5	258	7. 0	302	6. 3	347
6. 0,5	214	9. 3,5	259	7. 0	303	6. 6	348
9. 3	215	6. 4	260	6. 0	304	7. 9	349

Eingriffe.	Maassst.
6. 9	350
6. 7	351
5. 9	352
5. 8	353
7. 3	354
7. 3,5	355
5. 3,5	356
8. 1,5	357
6. 5,8	358
6. 6	359
5. 5,5	360
6. 2,5	361
7. 4	362
7. 8,5	363
8. 1	364
6. 7	365
5. 7,7	366
6. 8,5	367
5. 9	368
7. 7	369
5. 3	370
5. 9	371
7. 1	372
4. 5,5	373
4. 7	374
6. 4	375
5. 7	376
6. 6	377
6. 8	378
7. 8	379
7. 7	380
s = 96,92.	
6. 4	381
5. 5	382
7. 3	383
5. 8,5	384
7. 8	385
6. 7	386
7. 4	387
7. 8	388
5. 9,5	389
5. 8	390
6. 9	391
7. 1	392
8. 3,8	393
6. 4,5	394
5. 9	395
5. 6,5	396
6. 2,5	397
7. 1,5	398
9. 4	399
5. 4	400
6. 4	401
6. 6	402
5. 9	403
6. 0	404
7. 1,5	405
5. 0	406
5. 9	407
5. 5,5	408
4. 0	409
4. 9	410
6. 8	411
6. 4	412
7. 0	413
6. 0	414
9. 0,5	415
6. 3	416
7. 3	417
7. 2,5	418
5. 8	419
6. 3	420
6. 5,5	421
6. 4	422
5. 9	423
6. 5	424
s = 95,01.	
6. 2	425
6. 4,8	426
7. 5	427
4. 8,5	428
7. 0	429
5. 9	430
4. 9	431
7. 5	432
2.9. 0	433
8. 1	434
6. 9	435
5. 8	436
6. 6	437
8. 4	438
7. 1,5	439
6. 5	440
3. 7,5	441
6. 1	442
6. 0	443
4. 6,5	444
6. 7,5	445
4. 9	446
5. 6,5	447
5. 9	448
8. 6	449
8. 5	450
7. 3	451
6. 9	452
7. 0	453
5. 9	454
6. 9	455
6. 9	456
7. 5	457
8. 0	458
7. 5,5	459
— [1])	460
7. 0	461
7. 0	462
6. 0	463
8. 0	464
8. 1	465
7. 2	466
3. 9,5	467
7. 4,5	468
s = 98,08.	
7. 1,5	469
5. 6,5	470
6. 3,8	471
8. 7,5	472
9. 6,5	473
8. 5	474
6. 8,5	475
7. 7,5	476
7. 6	477
6. 6	478
6. 3,5	479
6. 4	480
6. 6,5	481
6. 9	482
8. 8	483
6. 7	484
7. 4	485
6. 1	486
6. 9	487
6. 5	488
5. 7,5	489
6. 6	490
7. 2,5	491
6. 3	492
8. 3	493
7. 5	494
5. 7	495
5. 9,5	496
7. 3	497
7. 3,5	498
6. 5	499
7. 0	500
7. 4	501
7. 2	502
6. 5	503
7. 5	504
5. 7	505
4. 4,5	506
5. 0	507
5. 7	508
4. 6	509
5. 6,5	510
6. 7,5	511
6. 4	512
s = 99,28.	
4. 5	513
9. 8	514
7. 3,5	515
9. 4	516
6. 5,5	517
9. 0	518
8. 0,8	519
9. 3	520
9. 3	521

1) Durch eine Verwechslung beim Absetzen wurde von hier bis zum Ende II. statt I. gebraucht.

Eingriffe.	Maassst.
9. 5,2	522
8. 1,5	523
8. 8	524
9. 1,5	525
8. 8	526
8. 9	527
8. 3	528
9. 0	529
5. 1	530
8. 5,5	531
9. 3	532
9. 6	533
9. 5	534
9. 8	535
9. 2	536
2.9. 0	537
9. 1	538
9. 4	539
9. 2	540
9. 5	541
9. 6	542
9. 5	543
9. 7	544
8. 7	545
9. 9	546
9. 9	547
9. 8	548
9. 9	549
9. 8	550
9. 9	551
9. 4,5	552
9. 4	553
9. 6	554
9. 3,8	555
8. 0	556

s = 134,98.

Eingriffe.	Maassst.
8. 8	557
8. 6	558
9. 4	559
8. 6	560
7. 5	561
6. 5	562
9. 3	563
9. 7	564
8. 4	565
8. 8	566

Eingriffe.	Maassst.
9. 9	567
7. 7	568
7. 2	569
8. 7,2	570
9. 8	571
7. 0	572
6. 9	573
9. 1	574
9. 4	575
7. 6	576
9. 3	577
9. 2	578
8. 5	579
4. 5	580
5. 4	581
8. 3	582
—	583
6. 6	584
5. 5	585
6. 8	586
6. 6	587
6. 3	588
6. 8,5	589
6. 8	590
5. 4	591
7. 6,5	592
7. 5	593
7. 4	594
7. 2	595
9. 9	596
7. 1,5	597
7. 9,5	598
7. 1	599
7. 0	600

s = 111,27.

Eingriffe.	Maassst.
8. 2,5	601
3. 7,5	602
5. 6	603
7. 9	604
7. 3	605
8. 0	606
6. 6	607
4. 7	608
6. 9	609
6. 3	610
4. 9	611

Eingriffe.	Maassst.
5. 6	612
5. 5,5	613
4. 7	614
5. 9,5	615
6. 8	616
7. 4	617
1. 8	618
4. 5,5	619
6. 5	620
4. 8,5	621
5. 0	622
6. 9	623
6. 2,5	624
6. 7	625
7. 8,5	626
5. 4	627
6. 3	628
2. 8,5	529
6. 9	630
6. 0	631
7. 6,5	632
5. 9	633
6. 9	634
6. 3	635
8. 0	636
7. 6,5	637
5. 4	638
4. 9	639
5. 3,5	640
7. 1	641
7. 3	642
6. 5,5	643
5. 6	644

s = 89,55.

Eingriffe.	Maassst.
6. 8,5	645
7. 3,5	646
6. 0	647
7. 3	648
6. 3	649
6. 0	650
6. 8,5	651
7. 2	652
6. 7	653
4. 9	654
4. 6	655
7. 7,5	656

Eingriffe.	Maassst.
6. 0	657
6. 7	658
4. 8	659
5. 0	660
6. 7	661
6. 1,5	662
7. 0	663
4. 6	664
3. 9	665
6. 0	666
7. 8	667
5. 7	668
6. 0	669
4. 7	670
6. 7,5	671
8. 0	672
7. 4,5	673
5. 4	674
4. 8	675
6. 1,5	676
5. 4	677
4. 8	678
4. 9	679
7. 9	680
3. 9	681
6. 0	682
5. 1	683
8. 7	684
5. 2	685
9. 2	686
7. 7	687
5. 8	688

s = 92,63.

Eingriffe.	Maassst.
8. 3	689
8. 8	690
6. 9	691
7. 3,5	692
5. 4	693
5. 9	694
9. 7,5	695
7. 2	696
7. 6,5	697
6. 1	698
5. 0	699
7. 9	700
5. 7	701

Eingriffe.	Maassst.
7. 0	702
8. 4	703
8. 4	704
7. 8	705
7. 6	706
6. 6	707
7. 4	708
8. 4	709
4. 5,5	710
5. 4	711
6. 8	712
7. 1,5	713
9. 3	714
8. 5,5	715
8. 6	716
7. 8	717
7. 0	718
8. 1	719
7. 2	720
6. 9	721
7. 4	722
6. 4	723
6. 7	724
7. 0	725
6. 7,5	726
5. 8	727
6. 8,5	728
7. 9	729
5. 2	730
7. 3	731
8. 0	732
s = 105,20.	

Eingriffe.	Maassst.
6. 1	733
6. 0	734
6. 8	735
7. 5	736
5. 8	737
7. 0	738
6. 6	739
7. 6	740
8. 1	741
8. 5	742
5. 9	743
5. 6	744
6. 1	745
1.10. 0	746
8. 1,5	747
7. 7	748
7. 3	749
9. 5	750
6. 2	751
4. 6	752
7. 4,5	753
7. 7,5	754
5. 2	755
7. 3	756
7. 5	757
9. 0	758
7. 2	759
7. 2	760
7. 3	761
5. 9	762
7. 8	763
6. 5	764
4. 5	765
5. 0	766

Eingriffe.	Maassst.
7. 3	767
5. 8	768
7. 4	769
4. 9,5	770
4. 9	771
5. 5	772
7. 6	773
9. 5	774
4. 5,5	775
5. 4	776
s = 100,85.	
6. 1	777
5. 6	778
6. 5	779
4. 5	780
6. 3	781
6. 6	782
5. 5	783
7. 2	784
7. 0	785
8. 3	786
7. 2	787
6. 8	788
—	789
4. 6	790
8. 6,5	791
5. 4	792
4. 8	793
6. 3	794
7. 7,5	795
6. 3	796
6. 5	797
5. 7	798

Eingriffe.	Maassst.
5. 8	799
6. 6	800
5. 8,5	801
5. 6	802
5. 5	803
3. 9	804
5. 6,5	805
5. 7	806
5. 9	807
4. 6	808
6. 0	809
6. 4	810
4. 0	811
4. 6,5	812
4. 9	813
5. 1	814
6. 8	815
6. 6,5	816
5. 7,5	817
4. 4,5	818
5. 6	819
5. 2,5	820
4. 6	821
5. 7	822
6. 7,5	823
6. 9	824
7. 0	825
7. 0	826
5. 5,5	827
5. 9,5	828
7. 5	829
6. 4	830
4. 7,5	831
s = 107,45.	

Von hier aus aber, bis zum Endpunkte der Grundmaasses am dritten Merkpfahle, blieb noch ein kleines Stück übrig, das nicht unmittelbar bestimmt werden konnte, indem ein Hanffeld es bedeckte. Ehe aber die Länge dieses kleinern Stücks bestimmt werde, möge die des grössern gemessenen zusammengetragen werden.

Die Maassstäbe waren nach einem sehr genauen Pariser Fussmaasse eingetheilt, das ich durch die Güte des Hrn.

Hofraths Professor Parrot aus seinem physikalischen Kabinet erhielt. Die Grösse der Maassstäbe, nach diesem Fusse ausgedrückt, fand sich wie folgt:

vor der Messung:	I. = 7′ 8″ 0‴,9;	II. = 7′ 7″ 9‴,2;
nach der Messung:	I. = 7′ 8″ 0‴,6;	II. = 7′ 7″ 8‴,7;
Mittel:	I. = 7′ 8″ 0‴,75;	II. = 7′ 7″ 8‴,95.

Bis zum 459sten Maassstabe (einschliesslich) fallen die ungraden Zahlen auf II., die graden auf I., von dem 460sten aber bis zum 831sten umgekehrt; folglich hat man zuerst: 229 × I. und 230 × II.; hernach: 186 × I. und 186 × II., zusammen 415 × I. und 416 × II. Folglich:

415 × [7′ 8″ 0‴,75] = 324011,25
416 × [7′ 7″ 8‴,65] = 324043,20

6418054,45 Linien
409,20 — + 1/2 B. (S. 371).
16,34 — + B. (S. 373).

648479,99 Linien + 3/2 B.

als Länge des grössern Stücks, weniger dem Eingriffsbetrage.

Dieser Eingriffsbetrag ist aber folgender:

Gesammtbetrag der Eingriffe . 20438,00 Linien.
Gesammtbetrag der Maassstäbe . 648479,99 Linien.

Wahre Länge des grössern Stücks = 628041,99 + 3/2 B.

Um das noch fehlende kleinere Stück zu bestimmen, wurde auf dem letzten gemessenen Punkte des grössern Stücks ein Pfahl *c*, und nicht weit davon, an einer schicklichen Stelle an dem zum Hofe führenden Wege, ein anderer *b* gesetzt, welche beiden Pfähle mit dem Hauptpfahle *a* ein Dreieck bildeten, dessen beide Seiten *ba* und *bc*, und dessen Winkel *a*, *b*, *c* gemessen wurden. Der Werth der Seiten ergab sich folgendermaassen:

Seite *bc*.

Eingriffe.	Maassst.	Eingriffe.	Maassst.	Eingriffe.	Maassst.	Eingriffe.	Maassst.
—	1 (№ I.)	7. 6	4	7. 8	7	5. 9,5	10
7. 6,5	2 (№ II.)	6. 0	5	5. 3	8	9. 0	427''',65
6. 8	3	7. 9	6	6. 4	9		

I. = 780''',75
II. = 778''',95
5 × 1559''',70
= 7798''',50
— 234''',67 Eingriffe
7563''',83
+ 427''',65
bc = 7991''',48 Linien.

Seite *ab*.

Eingriffe.	Maassst.	Eingriffe.	Maassst.	Eingriffe.	Maassst.	Eingriffe.	Maassst.
—	1 I.	5. 1	6	6. 3	11	6. 7	16
4. 7	2 II.	5. 8	7	6. 7	12	6. 7	17
6. 0	3	7. 1	8	4. 6	13	5. 7	18
4. 8	4	5. 4	9	6. 3	14	+446''',15 + ½B	
7. 8	5	4. 0	10	6. 4	15		

I. = 780''',75
II. = 778''',95
9 × 1559''',70
= 14037''',30
+ 446''',15
+ 23''',05 = B/2
14506''',50
— 336''',67 Eingriffe
ab = 14169''',83

Die Winkel dieses Dreiecks, so wie die aller folgenden, wurden mit einem Troughton'schen Spiegelsextanten bestimmt, den Hr. Hofr. Prof. Pfaff so gütig war mir aus seinem Kabinet für die angewandte Grössenlehre, zum Behufe meiner Messung, mitzugeben.

Die folgenden Winkel sind diejenigen, die die Spitzen der Pfähle mit einander bildeten.

Fehler des	— 34′ 0″	Fehler des	— 34′ 0″	Fehl. d.	— 34′ 0″,5
Nullpunkts	+ 29′ 0″	Nullpunkts	+ 29′ 0″	Nullp.	+ 29′ 0″
bei dem	5′ 0″	bei dem	5′ 0″	bei dem	5′ 0″,5
Winkel *a*.	+ 2′ 30″	Winkel *b*.	+ 2′ 30″	Wkl. *c*.	+ 2′ 30″,75

Winkel *bac*.	Winkel *cba*.	Winkel *acb*.
30° 0′ 0″	86° 52′ 25″	62° 34′ 40″
4″	20″	40″
14″	20″	45″
10″	15″	43″
10″	20″	40″
0′ 38″	100″	208″
30° 0′ 7″,6	86° 52′ 20″	62° 34′ 41″,60
+ 2′ 30″	+ 2′ 30″	+ 2′ 30″,25
30° 2′ 37″,6	86° 54′ 50″	62° 37′ 11″,85

Um die dazu gehörigen Höhenwinkel der Pfähle auszumitteln, hielt ich es für das Genaueste, mit Hülfe eines Niveau's, durch die Axe der drei Pfähle ein rechtes Dreieck in der Höhe des beobachtenden Auges zu legen. Ueber die so gefundenen Punkte der Axen ergaben sich folgende Pfahlhöhen:

Pfahl *a* = 2930‴ [log. = 3,4668676]
Pfahl *b* = 350‴ [log. = 2,5440680]
Pfahl *c* = 330‴ [log. = 2,5185139]

Ferner hat man log. *ab* = 4,1513647 und log. *bc* = 3,9026272, und wenn man aus diesen beiden Seiten und den obigen Winkeln die Seite *ac* berechnet, so ergibt sich durch allmälige Annäherung log. *ca* = 4,2025197. Aus diesen Stücken erhält man:

Höhenwinkel in *a*.	Höhenwinkel in *b*.	Höhenwinkel in *c*.
Der Pfahlspitze von *b*.	Der Pfahlspitze von *c*.	Der Pfahlspitze von *a*.
2,5440680	2,5185139	3,3668676
ab 4,1513647	bc 3,9026272	ca 4,2025197
tg 8,3927033 1° 24′ 53″,78	tg 8,6158867 2° 21′ 52″,66	tg 9,2643479 10° 24′ 53″,21
Der Pfahlspitze von *c*.	Der Pfahlspitze von *a*.	Der Pfahlspitze von *c*.
2,5185139	3,4668677	7,5449650
ca 4,2025197	ab 4,1513647	bc 3,9026272
tg 8,3159942 1° 11′ 9″,31	tg 9,3155029 1°,40′ 58″,15	tg 8,6414408 2° 30′ 27″,93

Wenn man jetzt, in den drei sich ergebenden Kugeldreiecken, aus den drei bekannten Seiten den eingeschlossenen Winkel berechnen will, so sei *A* die Ergänzung des linken und *B* die des rechten Höhenpunkts zum Rechtwinkel, *C* der gemessene Winkel der Pfahlspitzen, alsdann hat man:

Kugeldreieck von *a*.		Kugeldreieck von *b*.		Kugeldreieck von *c*.	
30° 2′ 37″, 60 C		86° 54′ 50″,00 C		62° 37′ 11″, 85 C	
88° 35′ 6″, 22 A		87° 38′ 7″,35 A		79° 35′ 11″, 85 A	
88° 48′ 50″, 69 B		78° 19′ 1″,85 B		87° 29′ 32″, 07 B	
207° 26′ 34″, 51		252° 51′ 59″.20		229° 41′ 50″, 71	
103° 43′ 17″,255		126° 25′ 59″,60		114° 50′ 48″,565	
88° 35′ 6″, 22		87° 38′ 7″,34		79° 35′ 6″, 79	
15° 8′ 11″,035	9,4168373	38° 47′ 52″,26	9,7969450	35° 15′ 48″,565	9,7614294
103° 43′ 17″,235		126° 25′ 59″,60		114° 50′ 55″,355	
88° 48′ 50″, 69		78° 19′ 1″,85		87° 29′ 32″, 07	
14° 34′ 20″,265	9,4103684	48° 6′ 57″,75	9,8718917	27° 21′ 23″,285	9,6623092
compl. sin. A	0,0001324	compl. sin. A	0,0003699	compl. sin. A	0,0072147
compl. sin. B	0,0000931	compl. sin. B	0,0096915	compl. sin. B	0,0004101
	18,8274212		19,6782981		9,4313698
16° 1′ 31″,65	9,4137156	43° 40′ 4″,3	9,8391490	31° 18′ 24″,05	9,7151349
30° 3′ 3″,3 wasserr. W.		87° 20′ 8″,6 wasserr. W.		62° 36′ 48″,1 wasserr. W.	

So ergeben sich im wagerechten Dreieck die Winkel:

bac = 30° 3′ 3″,3	Folglich hat	bc	3,9026272	ab	4,1513647
cba = 87° 20′ 8″,6	man für die 3te	S.b	9,9995303	S.b	9,9995303
acb = 62° 36′ 48″,1	Seite *ac* =		3,9021575		4,1508950
180° 0′ 0″,0	15941,15 Lin.	S.a	9,6996378	S.a	9,9483753
		ac	4,2025197	ac	4,2025197

Das grössere Stück = 628041,99 + $^3/_2$ B Linien,
Das kleinere Stück = 15941,15
$3 \times B/_2 = 3 \times 23''',05$ = 69,15
644052,29

welches demnach die wahre Länge der Basis ist.

Um diese in Pariser Fuss ausgedrückte Basis auf russische Arschinen zurückzuführen, weiss man, dass sich der Pariser Fuss zu der russischen Arschin verhält, wie 1440 : 3154; folglich ist die Basis in Arschinen gleich $6440,5229 \times \frac{1440}{3154}$ = 2940,50507 Arschinen, wovon der Logarithme = 3,4684219 ist. Da 1500 Arschinen eine russische Werst ausmachen, so ist die Basis = 2 Werst weniger 59,5 Arschinen.

Verbindung der Basis mit den Dreiecken.

Wenn also der Stab an der Rigischen Strasse mit *s′*, der bei Techelfer *s″* und das Domsignal mit *D* bezeichnet wird, so hat man log. *s′s″* = 3,4684219. Für die Winkel dieses Dreiecks aber ergaben sich folgende Werthe:

Fehler des Nullpunkts durch Sonnenbilder:	Winkel *s″s′D*.	Winkel *Ds″s′*.	Winkel *s′Ds″*.
	31° 6′ 35″	29° 51′ 50″	118° 53′ 30″
	25″	70″	25″
— 34′ 30″	30″	60″	30″
+ 29′ 0″	30″	60″	35″
	120″	240″	120″
5′ 30″	31° 6′ 30″	29° 52′ 0″	118° 53′ 45″
+ 2′ 45″	2′ 45″	2′ 45″	2′ 45″
	31° 9′ 15″	29° 54′ 45″	118° 56′ 15″

s″s′D	31° 9′ 15″	31° 9′ 10″	s′s″ 3,4684219
s′Ds″	118° 56′ 15″	118° 56′ 10″	Sin. s′ 9,7137608
Ds″s′	29° 54′ 45″	29° 54′ 40″	3,1821827
	180° 0′ 15″	180° 0′ 0″	Sin. D 9,9420874
			s″D 3,2400953

Für die Verbindung dieses ersten Hülfsdreiecks mit dem zweiten, das die Rathshoff'sche Steinwindmühle mit dem Domsignale und dem Stabe *s″* bildet, ergeben sich folgende Winkel, wo *r* die Rathshoff'sche Steinwindmühle bezeichnet:

Fehler des Nullpunkts durch Sonnenbilder:	Winkel *rs″D*.	Winkel *s″Dr*.	Winkel *Drs″*.
	67° 35′ 35″	60° 18′ 40″	51° 57′ 54″
	35″	36″	55″
— 34′ 0″	20″	30″	60″
+ 29′ 0″	25″	40″	55″
	30″	30″	55″
5′ 0″	67° 35′ 29″	60° 18′ 35″,2	51° 57′ 55″,8
+ 2′ 30″	2′ 30″	2′ 30″	2′ 30″
	67° 37′ 59″	60° 21′ 5″,2	52° 0′ 25″,8

rs″D	67° 37′ 59″	67° 38′ 8″,9	s″D 3,2400953
s″Dr	60° 21′ 5″,2	60° 25′ 15″,4	Sin. s″ 9.9660403
Drs″	52° 0′ 25″,8	52₀ 0′ 35″,7	3,2061356
	179° 59′ 30″,0	180° 0′ 0″,0	Sin. r 9,8965908
			rD 3,3095448

Zweites Hauptgeschäft.

Berechnung des Hauptnetzes der Dreiecke.

Aus der Seite *rD* bestimmt sich dasjenige Dreieck, das der Thurm der Eckskirche mit dem Domsignal durch die Rathshoff'sche Steinwindmühle bildet, und somit die Entfernung der beiden Hauptpunkte des Netzes, auf welche sich alle übrigen beziehen, des Domsignals (*D*) und des Endpunkts (*E*).

Fehler des Nullpunkts durch Sonnenbilder:	Winkel *EDr*.	Fehler des Nullpunkts durch Sonnenbilder:	Winkel *rED*.
	10° 59′ 45″		1° 46′ 60″
	45″		45″
— 34′ 35″	60″	— 34′ 30″	30″
+ 29′ 0″	45″	+ 29′ 30″	1° 46′ 45″
	60″		2′ 30″
5′ 30″	19° 59′ 51″	5′ 0″	1° 49′ 15″
+ 2′ 45″	2′ 45″	+ 2′ 30″	Verbess. — 10″
	20° 2′ 36″		1° 49′ 5″

rED	1° 49′ 5″	rD	3,3095448
EDr	20° 2′ 36″	Sin. r	9,5709059
DrE	158° 8′ 19″		2,8805107
	180° 0′ 0″	Sin. E	8,5014166
		ED	4,3790942

Die Bestimmung der übrigen Punkte des Netzes ist jetzt folgende. Die Winkel haben die mit dem Spiegelsextanten möglichst zu erreichende Schärfe, indem jeder das Mittel aus wenigstens vier Beobachtungen ist und der Fehler des Nullpunkts durch Sonnenbilder gewöhnlich vor und nach den Beobachtungen bestimmt wurde. Ich lasse die weitläufigere Rechnung der Prüfungen und gegenseitigen Berichtigungen weg, und setze bloss die Ergebnisse derselben her.

I. Von Dorpat nach der Seite der Ausmündung oder des Wirzjärw.

Quistenthal = *q*.

qDr 29° 50′ 54″,75	rD 3,3095448	rD 3,3095448	EDr 20° 2′ 36″
Drq 128° 40′ 35″,25	Sin. r 9,8924772	Sin. D 9,6969754	qDr 29° 50′ 54″,75
rqD 21° 28′ 30″,00	3,2020220	3,0065302	qDE 9° 48′ 18″,75
180° 0′ 0″,00	Sin. q 9,5635940	Sin. q 9,5635940	
	qD 3,6384280	qr 3,4429262	

Das Beigut Marrama = *m*.

rmD 6° 21′ 42″,7	rD 3,3095448	rD 3,3095448	ECr 20° 2′ 36″
mDr 22° 47′ 36″	Sin. r 9,6876865	Sin. D 9,5881687	mDr 22° 47′ 36″
Drm 150° 50′ 41″,3	2,9972313	2,8977135	mDE 2° 45′ 0″
180° 0′ 0″,0	Sin. m 9,0445686	Sin. m 9,0445686	
	mD 3,9526627	mr 3,8531449	

Die Forbushoff'sche Windmühle = *f*.

fDm 15° 52′ 0″	mD 3,9526627	mD 3,9526627	mDE 2° 45′ 0″
Dmf 51° 46′ 10″	Sin. m 9,8951611	Sin. D 9,4367980	fDm 15° 52′ 0″
mfD 112° 21′ 50″	3,8478238	3,3894607	18° 37′ 0″
180° 0′ 0″	Sin. f 9,9660392	Sin f 9,9660392	
	fD 3,8817846	fm 3,4234215	

Das Falkenau'sche Wohngebäude = *f′*.

DEf′ 13° 53′ 20″	ED 4,3790942	ED 4,3790942
Ef′D 141° 58′ 0″	Sin. E 9,6074167	Sin. D 9,3880429
f′DE 14° 8′ 40″	3,9865109	3,7671371
180° 0′ 0″	Sin. f′ 9,7896652	Sin. f′ 9,7896652
	f′D 4,1968457	f′E 3,9774719

Die Ullila'sche Windmühhle = *u*.

EuD 49° 15′ 0″,75	ED 4,3790942
uDE 80° 50′ 30″,	Sin. E 9,8838812
DEu 49° 56′ 29″,25	4,2629754
180° 0′ 0″,00	Sin. u 9,8792034
	4,3837720

Die Ilmazal'sche Hofriege = *i*.

Diu 154° 31′ 47″,5	uD 4,3837720	uD 4,3837720	uDE 80° 50′ 30″
iuD 13° 18′ 27″,5	Sin. u 9,3620667	Sin. D 9,3236157	uDi 12° 9′ 45″
uDi 12° 9′ 45″	3,7458387	3,7073877	iDE 68° 40′ 45″
180° 0′ 0″	Sin. i 9,6335093	Sin i 9,6335093	
	iD 4,1123294	ui 4,0738784	

Der Thurm der Kawelechtkirche = *K*.

KDE	85° 29′ 54″	ED	4,3790942
DEK	56° 16′ 40″	Sin. E	9,9199914
EKD	37° 13′ 26″		4,2990856
	180° 0′ 0″	Sin. K	9,7817015
		KD	4,5173841

Das Kerrafer'sche Wohngebäude = *k*.

DkK	107° 13′ 59″,45	KD	4,5173841	KD	4,5173841	KDE	86° 29′ 54″
kKD	36° 39′ 57″,05	Sin. K	9,7760813	Sin. D	9,7702703	KDk	36° 6′ 3″,5
KDk	36° 6′ 3″,5		4,2934654		4,2876544	kDE	50° 23′ 50″,5
	180° 0′ 0″,00	Sin. k	9,9800520	Sin. k	9,9800520		
		kD	4,3134134	kK	4,3076024		

Die Neu-Kawelecht'sche Hoflage Tiro = *t*.

Erste Bestimmug = *t′*.

Dt′u	8° 32′ 5″α′	Sin. α	9,9459841	Sin. α	9,9459841	Dt′u	8° 32′ 5″
ut′K	88° 41′ 17″,5α″	A′=uK	3,9614590	A′	4,3837720	uDt′	2° 46′ 0″,4
KuD	200° 45′ 53″α‴	Sin. α′	9,1717054	Sin. α′	9,9998862	t′uD	168° 41′ 54″,6
	297° 59′ 16″		3,0791485		4,3296423		180° 0′ 0″,0
α	62° 0′ 44″		6,9208515		5,6703577	uD	4,3837720
uDt′	2° 46′ 0″,44	A′=Du	4,3837720	A″	3,9614590	Sin. u	9,2921936
t′Ku	59° 14′ 43″,56	Sin. α″	9,9998862	Sin. α″	9,1717054		3,6759656
α	62° 0′ 44″,00	Log.	1,3045097	Log.	8,8035221	Sin. t′	9,1714594
		Zahl	20,1608879	Zahl	0,0636095	t′D	4,5046062
		cot α	0,5314359	cot α	0,5314359		
		cot D	20,6923238	cot K	0,5950454		

Zweite Bestimmung = *t″*.

kt″u	43° 22′ 45″ α′	Sin. α	9,9986002	Sin. α	9,9986002
ut″K	85° 41′ 17″,5α″	A″=uK	3,9614590	A′	4,0886389
Kuk	142° 31′ 48″,5α‴	Sin. α′	9,8368450	Sin. α″	9,9998862
	274° 35′ 52″		3,7969042		4,0871253
	85° 24′ 9″ α″		6,2030958		5,9128747
ukt″	26° 8′ 28″	A′=ku	4,0886389	A″	3,9614590
t″Ku	59° 15′ 40″	Sin. α″	9,9998862	Sin. α′	9,8368450
α	85° 24′ 8″	Log.	0,2916209	Log.	6,7111787
		Zahl	1,9571354	Zahl	0,5142552
		cot α	0,0804101	cot α	0,0804191
		cot k	2,0375545	cot K	0,5940743

ukt″	26° 8′ 28″	uD	24197,585	t″uk	110° 28′ 47″		
kt″u	43° 22′ 45″	ut″	7867,232	kuD	58° 14′ 4″		
t″uk	110° 28′ 47″	U.	16330,353	t″uD	168° 42′ 51″		
	180° 0′ 0″	B.	32064,817	½	84° 21′ 25″,5		
uk	4,0886389	l. U.	4,2129956	m	5° 38′ 34″,5		
Sin. k	9,6440281	l. B.	4,5060287	n	2° 52′ 50″,9		
	3,7326670		9,7060669	uDt″	2° 45′ 43″,6	uD	4,3837720
Sin. t″	0,8368450	tg. m	8,9947884	Dt″u	8° 31′ 35″,4	Sin. u	9,2915989
ut″	3,8958220	tg. n	8,7017553	t″uD	168° 42′ 51″		3,6753709
					180° 0′ 0″,0	Sin. t″	9,1709018
						t″uD	4,5044691

t′D 4,5045062	Sin. uDt′ 8,6836828	uDt 2° 45′ 52″
t″D 4,5044671	Sin. uDt″ 8,6829518	uDE 80° 50′ 30″
tD 4,50448765	Sin. uDt 8,6833173	tDE 78° 4′ 38″
tD 31951,230	uDt 2° 45′ 52″	

Tammenhof'scher Krug Wirrewi = *w*.

wKt 62° 37′ 30″	KD 32914,262	wKt 62° 37′ 30″	KD 2,5173841	KDE 86° 29′ 54″
Ktw 27° 12′ 21″	Kw 10626,702	tKD 74° 23′ 16″,4	S. K 9,8336785	KDw 10° 5′ 50″,4
twK 90° 10′ 9″	U. 22287,560	wKD 137° 0′ 46″,4	4,3510626	wDE 76° 24′ 3″,6
180° 0′ 0″	B. 43540,964	68° 30′ 23″,2	S. w 9,7348195	wKt 62° 37′ 30″
tK 3,6864957	l. U. 4,3480626	m 21° 29′ 36″,8	wD 4,6162431	tKw 59° 16′ 46″,9
S. t 9,9999981	l. B. 4,6388980	n 11° 23′ 46″,4	KD 4,5173841	wKu 121° 54′ 16″,9
3,6864938	9,7091646	KDw 10° 5′ 50″,4	S. D 9,2438339	
S. w 9,6600953	tg. m 9,5639514	DwK 32° 53′ 23″,2	3,7612180	
wK 4,0263985	tg. n 9,2731160	wKD 137° 0′ 46″,4	S. w 9,7348195	
		180° 0′ 0″,0	wK 4,0263985	

Die nöthigen Verbindungsdreiecke dieser Punkte bestimmen sich durch folgende Rechnung:

Zwischen den Punkten *K* und *i*.

KD 32914,262	KDi 17° 49′ 9″	KDi 17° 49′ 9″	KD 4,5173841
iD 12951,780	8° 54′ 34″,5	uKD 15° 6′ 29″,5	Sin. D 9,4857409
U. 19962,482	m 81° 5′ 25″,5	Diu 154° 31′ 47″,5	4,0031250
B. 45866,042	n 70° 11′ 29″,4	Kui 187° 27′ 26″,0	Sin. i 9,6816934
l. U. 4,3002146	DiK 151° 16′ 54″,9	iuK 172° 32′ 34″	iK 4,3214316
l. B. 4,6614913	iKD 10° 53′ 56″,1	uKD 15° 6′ 29″,5	KD 4,5173841
9,6387233	KDi 17° 49′ 9″	iKD 10° 53′ 36″,1	Sin. K 9,2766387
tg. m 10,8047451	180° 0′ 0″	uKi 4° 12′ 33″,4	3,7940228
tg. n 10,4434684			Sin. i 9,6816934
			iD 4,1123194

Zwischen den Punkten *K* und *u*.

KD 32914,262	KDu 5° 39′ 24″	Diu 154° 31′ 47″,5	KD 4,5173841
uD 12951,780	2° 49′ 42″	DiK 151° 16′ 54″,9	Sin. D 8,9937320
U. 8716,677	m 87° 10′ 18″	Kiu 3° 14′ 52″,6	3,5111161
B. 57111,847	n 72° 3′ 48″,5	iuK 172° 32′ 34″	Sin. u 9,5496571
l. U. 3,9403509	DuK 159° 14′ 6″,5	uKi 4° 12′ 33″,4	uK 3,9614590
l. H. 4,7567262	uKD 15° 6′ 29″,5	Kiu 3° 14′ 52″,6	KD 4,5173841
9,1836247	KDu 5° 39′ 24″	180° 0′ 0″,0	Sin. K 9,4160450
tg. m 11,3062391	180° 0′ 0″		3,9334291
tg. n 10,4898638			Sin. u 9,5496571
			uD 4,3837720

Zwischen den Punkten *k* und *i*.

kD 20578,487	iDk 18° 16′ 54″, 5	KDk 36° 6′ 3″, 5	kD 4,3134134
iD 12951,780	9° 8′ 27″,25	iKD 10° 53′ 50″, 1	Sin. D 9,4965020
U. 76,26,707	m 80° 51′ 32″,75	Dki 26° 8′ 6″, 6	3,8099154
B. 33530,267	n 54° 43′ 26″,15	Kik 73° 8′ 6″, 2	Sin. i 9,8450204
l. U. 3,8823371	Dki 26° 8′ 6″, 6	uKD 36° 39′ 57″,05	ik 3,9648950
l. B. 4,5254370	kiD 135° 34′ 58″, 9	iKD 10° 53′ 56″, 1	kD 4,3134134
9,3569001	iDk 18° 16′ 54″, 4	uKi 25° 46′ 0″,95	Sin. k 9,6439364
tg. m 10,7934271	180° 0′ 0″, 0		3,9573498
tg. n 10,1503272			Sin. i 9,8450204
			iD 4,1123294

Zwischen den Punkten *k* und *u*.

uD 24197,585	uDk 30° 26′ 39″, 5	DkK 107° 13′ 59″,45	uD 4,3837720
kD 20578,487	15° 13′ 19″,75	Dki 26° 8′ 6″, 6	Sin. D 9,7047514
U. 3619,487	m 74° 46′ 40″,25	ikK 81° 5′ 52″,85	4,0885234
B. 44776,072	n 16° 32′ 36″,22	Kik 73° 8′ 6″, 2	Sin. k 9,9998845
l. U. 3,5586004	Dku 91° 19′ 46″,47	ikK 81° 5′ 52″,85	ku 4,0886389
l. B. 4,6510460	kuD 58° 14′ 4″,03	kKi 25° 46′ 0″,95	uD 4,3837720
8,9075544	uDk 30° 26′ 39″, 5	180° 0′ 0″,0	Sin. u 9,9295259
tg. m 10,5652569	180° 0′ 0″		4,3132979
tg. n 9,4728113			Sin. k 9,9988845
			kD 4,3134134

Zwischen den Punkten *t* uud *u*.

tD 31951,230	uDt 2° 45′ 52″	tuD 168° 42′ 23″	tD 4,5044876
uD 24197,585	1° 22′ 56″	iuD 13° 18′ 27″,5	Sin. D 8,6833173
U. 7753,645	m 88° 37′ 4″	tui 155° 23′ 55″,5	3,1878049
B. 56148,815	n 80° 5′ 19″	tKD 74° 23′ 16″,4	Sin. u 9,2918945
l. U. 3,8895059	Dtu 8° 31′ 45″	iKD 10° 53′ 56″,1	tu 3,8959104
l. B. 4,7493406	tuD 168° 42′ 23″	tKi 63° 29′ 20″,3	tD 4,5044876
0,1401653	uDt 2° 45′ 52″		Sin. t 9,1711789
tg. m 11,6174603	180° 0′ 0″		3,6756665
tg. n 10,7576256			Sin. u 9,2918945
			uD 4,3837720

Zwischen den Punkten *t* und *K*.

KD 32914,262	KDt 8° 25′ 16″	tKu 74° 23′ 16″,4	
tD 37951,230	4° 12′ 38″	uKD 15° 6′ 29″,5	
U. 936,332	m 85° 47′ 22″	tKu 59° 16′ 46″,9	
B. 64865,492	n 11° 24′ 5″,6		
l. U. 2,9836407	DtK 97° 11′ 27″,6	tD 4,5044876	tD 4,5044876
l. B. 4,8120137	tKD 74° 23′ 16″,4	Sin. D 9,1656820	Sin. t 9,9965704
8,1716270	KDt 8° 25′ 16″	1,6701696	4,5010580
tg. m 11,1330003	180° 0′ 0″,0	Sin. K 1,9836739	Sin. K 9,9836739
tg. n 9,3046273		Kt 3,6864957	KD 4,5173841

II. Von Dorpat nach der Seite der Einmündung oder des Peipus.

Die Karlowa'sche Windmühle = *k′*.

rDk′ 142° 7′ 39″,7	rD 3,3095448	EDr′ 20° 2′ 36″
Dk′r 17° 25′ 23″,7	Sin. r 9,5432913	rDk′ 142° 7′ 39″,7
k′rD 20° 26′ 56″,6	7,8528361	EDk′ 162° 10′ 15″,7
180° 0′ 0″,0	Sin. k′ 9,4762926	
	k′D 3,3765435	

Die Ropkoi'sche Windmühle = r'.

k'Dr' 26° 42' 45",3	k'D 3,3765435		EDk' 162° 10' 15",7
Dr'k' 25° 12' 15",4	Sin. k' 9,8960389		k'Dr' 26° 42' 45",3
r'k'D 128° 4' 59",3	3,2725824		EDr' 188° 53' 1",0
180° 0' 0",0	Sin. r' 9,6292534		r'DE 121° 6' 59",0
	r'D 3,6433290		

Die Wassola'sche Windmühle = w'.

Dk'w' 121° 43' 14",3	k'D 3,3765435		EDk' 162° 10' 15",7
k'w'D 16° 22' 19",9	Sin. k' 9,9297365		w'Dk' 41° 54' 25",8
w'Dk' 41° 54' 25",8	3,3062800		EDw' 120° 15' 49",9
180° 0' 0",0	S. w' 9,4500583		
	w'D 3,8562217		

Der Timmofer'sche Krug = t'.

w'Dt' 31° 8' 27",5	w'D 3,8562217	w'D 3,8562217	EDw' 120° 15' 49",9
Dt'w' 55° 7' 36"	S. w' 9,9990779	S. D 9,7136127	w'Dt' 31° 8' 27",5
t'w'D 93° 43' 56",5	3,8552996	3,5698344	EDt' 151° 24' 17",4
180° 0' 0",0	Sin. t' 9,9140354	Sin. t' 9,9140354	
	t'D 3,9412642	w't' 3,6557990	

Die Kabbina'sche Windmühle = k".

k'k"D 7° 8' 11"	k"D 3,3765435	rDk" 117° 39' 7",2	rD 3,3095448
k"Dk' 24° 30' 8",6	S. k' 9,7197971	Dk"r 9° 19' 51",4	Sin. r 9,9024461
Dk'k" 148° 21' 40",4	3,0963406	k"rD 53° 1' 1",4	3,2119909
120° 0' 0",0	S. k" 9,0942323	180° 0' 0",0	S. k" 9,2098826
	k"D 4,0021083		k"D 4,0021083
k"Dk' 24° 30' 8",6		rDk" 117° 39' 7",2	EDk" 137° 40' 7",1
Dk'k" 162° 10' 15",7		EDr 20° 2' 36"	EDk" 137° 41' 43",2
EDk" 137° 40' 7",1		EDk" 137° 41' 43",2	EDk" 137° 40' 55,15

Die Lunia'sche Kapelle = l.

lDk' 46° 54' 50",8	k'D 3,3765435		EDk' 162° 10' 15",7
Dk'l 124° 47' 38",4	S. k' 9,9144537		lDk' 40° 54' 50",8
k'lD 8° 17' 30",0	3,2909972		115° 15' 24",9
180° 0' 0",0	Sin. l 9,1590136		
	lD 4,1319836		

Die Lunia'sche Windmühle = l'.

lDl' 7° 8' 12",5	lD 4,1319846		EDl 115° 15' 24",9
Dl'l 84° 21' 26"	S. D 9,9998524		lDl' 7° 8' 12",5
l'lD 88° 30' 21",6	4,1318369		EDl' 122° 23' 37",4
180° 0' 0",0	S. l' 9,9978904		
	l'D 4,1339456		

Das Wohngebäude von Sarrakus = s.

sDl 4° 51' 8",9	lD 4,1319836	lD 4,1319836	EDl 115° 15' 24",9
Dls 163° 56' 50",6	S. l 9,4417256	S. D 8,9273231	sDl 4° 51' 8",9
lsD 11° 12' 0",5	3,5737092	3,0593067	EDs 110° 24' 16",0
180° 0' 0",0	S. s 9,2883311	S. s 9,2883311	
	sD 4,2853781	sl 3,7709756	

Die Mäkshoff'sche Windmühle = m'

m'Ds 6° 8′ 46″,8	sD 4,2853781	sD 4,2853781	EDs′ 110° 24′ 16″
Dsm′ 149° 21′ 37″,3	S. s 9,7072614	S. D 9,0296990	m′Ds 6° 8′ 48″,8
sm′D 24° 29′ 33″,9	3,9926395	3,3150771	EDm′ 104° 15′ 27″,2
180° 0′ 0″,0	S.m′ 9,6176072	S. m′ 9,6176072	
	m′D 4,3750323	3,6974699	

Der Karbi-Krug = k'''.

m′Dk‴ 4° 41′ 27″,5	m′D 4,3750323	m′D 4,3750323	EDm′ 104° 15′ 27″,2
Dk‴m′ 149° 21′ 37″,3	S. m′ 9,4941317	S. D 8,9126549	m′Dk‴ 4° 41′ 27″,5
k‴m′D 18° 10′ 43″,9	3,8691640	3,2876872	EDk‴ 108° 56′ 54″,7
180° 0′ 0″,0	S. k‴ 9′5895454	S. k‴ 9,5895454	
	k‴D 4,2796186	3,6981418	

Die Kawast'sche Windmühle = k^{IV}.

k^{IV}Dm′ 2° 40′ 12″	m′D 4′3750323	m′D 4,4750323	EDm′ 104° 15′ 27″,2
Dm′k^{IV} 167° 16′ 28″,8	S.m′ 9,3429705	S. D 8,6682307	k^{IV}Dm′ 2° 40′ 12″
m′k^{IV}D 10° 3′ 19″,2	3,7120028	3,0432630	EDk_{IV} 101° 35′ 15″,2
180° 0′ 0″,0	S. k^{IV} 9,2420424	S. k^{IV} 9,2420424	
	k^{IV}D 4,4759604	k^{IV}m′ 3,8012206	

Die Kaster'she Windmühle = k^{V}.

m′D 23715,500	Dm′k^{IV} 167° 16′ 28″,8		EDm′ 104° 15′ 27″,2
m′k^{V} 7634,922	k^{IV}m′k^{V} 19° 19′ 20″		m′Dk^{V} 1° 36′ 18″,7
U. 16080,578	Dm′k^{V} 186° 38′ 48″,8		EDk^{V} 105° 51′ 45″,9
B. 31350,422	k^{V}m′D 173° 24′ 11″,2		
l. U. 4,2063017	86° 42′ 5″,6		
l. B. 4,4972434	m 3° 17′ 54″,4		
9,7100583	n 1° 41′ 35″,7	m′D 4,3750323	m′D 4,3750323
tg. m 8,7606667	m′Dk^{V} 1° 36′ 18″,7	S. m′ 9,0602563	S. D 8,4473481
tg. n 8,4707250	Dk^{V}m′ 4° 59′ 30″,1	3,4352886	2,8223804
	k^{V}m′ D173° 24′ 11″,2	S. k^{V} 8,9395758	S. k^{V} 8,9395758
$k^{V}k^{IV}$m′ 109° 9′ 20″	k^{IV}m′ 3,8012206	k^{V}D 4,4957128	3,8828046
k^{IV}m′k^{V} 19° 19′ 20″	S. k^{IV} 9,9752623		
m′$k^{V}k^{IV}$ 51° 31′ 20″	3,7764829		
180° 0′ 0″	S. k^{V} 9,8936783		
	m′k^{V} 3,8828046		

Der Kaster'sche Krug Kansi = k^{VI}.

$k^{IV}k^{V}k^{VI}$ 114° 10′ 0″	$k^{IV}k^{V}$ 3,4272099		EDk^{V} 105° 51′ 45″, 9
$k^{V}k^{VI}k^{IV}$ 21° 33′ 42″,5	S. k^{IV} 9,8438925		k^{VI}Dk^{V} 1° 17′ 49″,85
$k^{VI}k^{IV}k^{V}$ 44° 16′ 17″,5	3,2711024		EDk^{V} 104° 33′ 56″,05
180° 0′ 0″,0	S. k^{VI} 9,5652628		
	$k^{V}k^{VI}$ 3,7058396		

$k^{v}D$ 31312,143	$Dk^{v}k^{iv}$ 56° 30′ 52″, 7		
$k^{v}k^{vi}$ 5679,717	114° 10′ 0″		
U. 26232,426	170° 40′ 52″, 7		
B. 36391,860	85° 20′ 26″,35		
l. U. 4,4188384	m 40° 39′ 35″,65		
l. B. 4,5610042	n 3° 21′ 43″, 8	$k^{v}D$ 4,4957128	$k^{v}D$ 4,4957128
9,8578342	$k^{v}k^{vi}D$ 8° 1′ 17″,45	S. k^{v} 9,2093148	S. D 8,3548439
tg. m 8,9111612	$k^{vi}Dk^{v}$ 1° 17′ 49″,85	3,7050276	2,8505567
tg. n 8,7089954	$Dk^{v}k^{vi}$ 170° 40′ 52″, 0	S. k^{vi} 9,1447171	S. k^{vi} 9,1447171
	180° 0′ 0″,0	$k^{vi}D$ 4,5603105	$k^{v}k^{vi}$ 3,7058396

Das Kaster'sche Wohngebäude = k^{vii}.

$k^{v}k^{vii}m'$ 10° 49′ 0″ α'	S. α — 9,9588404	S. α — 9,9588404
$m'k^{vii}k^{iv}$ 35° 18′ 30″ α''	A'' $m'k^{iv}$ 3,8012206	A' 3,8828046
$k^{iv}m'k^{v}$ 19° 19′ 20″ α'''	S. α 9,2733880	S. α'' 2,7619100
65° 26′ 50″	3,0334490	3,6035550
294° 33′ 10″ α	6,9665510	6,3964450
$m'k^{v}k^{vii}$ 167° 35′ 5″,43	A' $k^{v}m'$ 3,8828046	A'' 3,8012206
$k^{vii}k^{iv}m'$ 126° 58′ 4″,57	S. α'' 9,7619100	S. α' 9,2733880
α 294° 33′ 10″,00	log. — 0,6112656	Log. 9,4710536
	Zahl — 4,0856918	Zahl — 0,2958378
	cot. α — 0,4568392	cot. α — 0,4568392
	cot. k^{v} — 4,5425310	cot. k^{iv} — 0,7526770

$k^{v}k^{vii}m'$ 10° 49′ 0″	$k^{v}m'$ 3,8828046	$k^{v}m'$ 3,8828046
$m'k^{v}k^{vii}$ 167° 35′ 5″,4	S. m' 8,4455335	S. k^{v} 9,3324260
$k^{vii}m'k^{v}$ 1° 35′ 54″,6	2,3283381	3,2152306
180° 0′ 0″,0	S. k^{vii} 9,2733880	S. k^{vii} 9,2733880
	$k^{v}k^{vii}$ 3,0549501	$k^{vii}m'$ 3,9418426

$k^{v}D$ 31312,143	$Dk^{v}m'$ 4° 59′ 30″,1		EDk^{v} 105° 51′ 45″,9
$k^{v}k^{vii}$ 1134,880	$m'k^{v}k^{vii}$ 167° 35′ 5″,4		$k^{vii}Dk^{v}$ 0° 15′ 32″,4
U. 30177,263	$Dk^{v}k^{vii}$ 172° 34′ 35″,5		EDk^{v} 105° 36′ 13″,5
B. 32447,023	86° 17′ 17″,75		
l. U. 4,4796799	m 3° 42′ 42″,25		
l. B. 4,5111746	n 3° 27′ 9″,87	kD 4,4957128	$k^{v}D$ 4,4957128
9,9685051	$k^{v}k^{vii}D$ 7° 9′ 52″,1	S. k^{v} 9,1112684	S. D 7,6551664
tg. m 8,8120626	$k^{vii}Dk^{v}$ 0° 15′ 32″,4	3,6069812	2,1508792
tg. n 8,7805677	$Dk^{v}k^{vii}$ 172° 34′ 35″,4	S. k^{vii} 9,0959291	S. k^{vii} 9,0959291
	180° 0′ 0″,0	$k^{vii}D$ 4,5110521	$k^{vii}k^{v}$ 3,0549501

Die nöthigen Verbindungsdreiecke dieser Punkte bestimmen sich durch folgende Rechnung:

Zwischen den Punkten w' und k''.

$k''D$ 10048,662	EDw' 120° 15′ 48″, 9		$t'w'D$ 93° 43′ 56″,5
$w'D$ 7181,608	EDk'' 137° 40′ 55″,15		$k''w'D$ 128° 39′ 30″,7
U. 2867,054	$w'Dk''$ 17° 25′ 5″, 2		$k''w't'$ 34° 55′ 34″,2
B. 17230,270	8° 42′ 32″, 6		

l. U.	3,4574359	m	81° 17′ 27″,4			k″D	4,0021083
l. B.	4,2362921	n	47° 22′ 3″,3	k″D	4,0021083	S. D	9,7466992
	9,2211438	Dk″w′	33° 55′ 24″,1	S. D	9,4761683		3,7488075
tg. m	10,8147889	k″w′D	128° 39′ 30″,7		3,4782766	S. w′	9,8925856
tg. n	10,0359327	w′Dk″	17° 25′ 5″,2	S. w′	9,8925838	w′D	3,8562217
			180° 0′ 0″,0	w′k″	3,5856908		

Zwischen den Punkten *k‴* und *s*.

sD	19292,036	m′Ds	6° 8′ 48″,8			Dsm′	149° 21′ 37″,3
k‴D	19037,884	m′Dk‴	4° 41′ 27″,5			Dsk‴	61° 42′ 50″,7
U.	254,152	k‴Ds	1° 27′ 21″,3			k‴sm′	97° 38′ 46″,6
B.	38329,920		0° 43′ 40″,65				
l. U.	2,4050935	m	89° 16′ 19″,35				
l. B.	4,5835379	n	27° 33′ 28″,67	sD	4,2853781	sD	4,2853781
	7,8215556	Dsk‴	61° 42′ 50″,68	S. D	8,4049670	S. s	9,9447755
tg. m	11,8959930	sk‴D	116° 49′ 48″,02		2,6903451		4,2301536
tg. n	9,7175486	k‴Ds	1° 27′ 21″,03	S. k‴	9,9505350	S. k‴	9,9505350
			180° 0′ 0″,00	k‴s	2,7398101	k‴D	4,2796186

Zwischen den Puukten k^{IV} und k^{V}.

k^{v}D	31312,143	k^{iv}Dm′	2° 40′ 12″				
k^{iv}D	29919,913	m′Dk^{v}	1° 36′ 18″,7				
U.	1392,230	k^{iv}Dk^{v}	4° 16′ 30″,7				
B.	61232,056		2° 8′ 15″,35				
l. U.	3,1437110	m	87° 51′ 44″,65				
l. B.	4,7869788	n	31° 20′ 51″,90	k^{v}D	4,4857128	k^{iv}D	4,4957128
	8,3567322	D$k^{v}k^{iv}$	56° 30′ 52″,75	S. D	8,8724302	S. k^{ix}	9,9211804
tg. m	11,4279961	$k^{v}k^{iv}$D	119° 12′ 36″,55		3,3681430		4,4168932
tg. n	9,7847303	k^{iv}Dk^{v}	4° 16′ 30″,70	S. k^{iv}	9,9409331	S. k^{iv}	9,9409328
			180° 0′ 0″	$k^{iv}k^{v}$	3,4272092	k^{iv}D	4,4759604

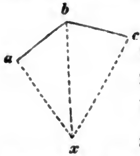
Zwischen den Punkten k_{vI} und k^{vII}.

$k^{v}k^{vi}$	5079,717	m′$k^{v}k^{vi}$	167° 35′ 5″,4				
$k^{v}k^{vii}$	1134,880	m′$k^{v}k^{iv}$	51° 41′ 20″				
U.	3944,837	$k^{iv}k^{v}k^{vii}$	116° 3′ 45″,4				
B.	6214,597	$k^{iv}k^{v}k^{vi}$	114° 10′ 0″				
l. U.	3,5960291	$k^{vi}k^{v}k^{vii}$	1° 53′ 45″,4				
l. B.	3,7934130		0° 56′ 52″,7				
	9,8026161	m	89° 3′ 7″,3				
tg. m	11,7812878	n	88° 30′ 24″,4	$k^{v}k^{vi}$	3,7058396	$k^{v}k^{vi}$	3,7058396
tg- n	11,5839039	$k^{v}k^{vii}k^{vi}$	177° 33′ 31″,7	S. k^{v}	8,5196256	S. k^{vi}	7,9784605
		$k^{vii}k^{vi}k^{v}$	0° 32′ 42″,9		2,2254652		4,0843001
		$k_{vi}k^{v}k^{vii}$	1° 53′ 45″,4	S. k^{vii}	8,6293500	S. k^{vii}	8,6293500
			180° 0′ 0″,0	$k^{vi}k^{vii}$	3,5961152	$k^{vii}k^{v}$	3,0549501

Drittes Hauptgeschäft.

Berechnung des Netzes der Krümmungen.

Es ist schon oben in der Einleitung S. 367 angegeben, was unter dem Netze der Krümmungen zu verstehen ist. Der jedesmalige Standpunkt am Ufer ist mit x bezeichnet. Auch möge hier der trigonometrisch-analytische Ausdruck der Berechnungen stehen.



Wenn die drei Punkte a, b, c zum Hauptnetze gehören, oder überhaupt bekannt sind, und bei x, zu dessen Bestimmung die Winkel axb, bxc mit dem Winkelmesser (Spiegelsextanten) gemessen worden, so hat man $axb = \alpha'$; $bxc = \alpha''$, $cba = \alpha'''$; $ab = A'$; $bc = A''$; $360^0 - [\alpha' + \alpha'' + \alpha'''] = bcx + xcb = \alpha$; $\cot.\ bax = \cot.\ \alpha + \left[\frac{1}{\text{Sin. } \alpha \cdot A'' \text{ Sin. } \alpha'}\right] A' \text{ Sin. } \alpha''$; $\cot.\ xcb = \cot.\ \alpha + \left[\frac{1}{\text{S. } \alpha \,.\, A' \text{ S. } \alpha''}\right] A'' \text{ Sin. } \alpha'$.

Dass allemal beide Winkel berechnet worden, welches eigentlich nicht nöthig, dient als Probe.

I. Von Dorpat nach der Seite der Ausmündung oder des Wirzjärw.

Punkt 1, durch q, r, D.			
qar 135° 6′ α′	S. α 9,8815842	S. α 9,8815842	
rxD 46° 38′ α″	A″ 3,3095448	A′ 3,4429262	
Drq 128° 40½′ α‴	S. α′ 9,8487257	S. α″ 9,8615190	
310° 24½′	3,0398547	3,1860294	
α 49° 35½′	6,9601453	6,8139706	
rqx 20° 23½′	A′ 3,4429262	A″ 3,3095448	
xDr 29° 12′	S. α″ 9,8615190	S. r 9,8487257	
α 49° 35½′	log. 0,2645905	9,9720602	
	Zahl 1,8390500	0,9376900	
	ct. α 0,8515684	ct. α 0,8515684	
	ct. q 2,6906184	ct. D 1,7892584	
		xD 3,4346130	xD 3,4346130
		Sin. 9,1018428	cos. 9,9944281
		2,6364557	3,4290411
		x + 432,97	y + 2685,6
	rxD 46° 38′	rD 3,3095448	EDr 20° 2½′
	zDr 29° 12′	S. r 9,9865872	kDr 29° 12′
	Drx 104° 10′	3,2961320	xDE 9° 9½′
	180° 0′	S. x 9,8015190	
		xD 3,4346130	

Punkt 2 = Quistenthal, *q*.

Punkt 3 (der Jännese-Krug), durch *m, r, f*.

mxr 82° 23′ α′	S. α 9,7765983	S. α 9,7765983	rmx 84° 21′
rxf 39° 27′ α″	A″ 3,7894129	A′ 3,8531449	mxr 82° 23′
frm 21° 27′ α‴	S. α′ 9,9961512	S. α″ 9,8030504	xrm 13° 16′
143° 17′	3,5621624	3,4327936	180° 0′
216° 43′ α	6,4378376	6,5672064	
rmp 84° 21′	A′ 3,8531449	A″ 3,7894129	rm 3,8531449
xfr 132° 22′	S. α″ 9,8030504	S. α′ 9,9961512	S. r 9,3609515
216° 43′	0,0940329	0,3527705	3,2138964
	1,2417500	2,2530500	S. x 9,9961512
	ct. r + 1,3407888	1,3407888	xm 3,2177452
	ct. m + 0,0990388	Af 0,9122612	
mD 8967,32	Dmx 77° 59′	fD 3,9431714	fD 3,9431714
mx 1651,60	38° 59½′	Sin. 9,3636870	cos. 9,9880879
U. 7316,32	m 51° 0½′	3,3068593	3,9312593
B, 10618,32	n 40° 24′	x + 2027,03	y + 6536,1
l. U. 3,8642915	mxD 91° 24½′	mD 3,9526627	
l. B. 4,0260550	xDm 10° 36½′	l. m 9,9903775	xDm 10° 36½′
9,8382365	Dmx 77° 59′	3,9430402	mDE 2° 45′
tg. m 10,0917500	180° 0′	l. x 9,9998688	xDE 13° 21½′
tg. n 9,9299865		xD 3,9431714	

Punkt 4, durch *r, D, f*.

rxD 6° 41′ α′	S. α 9,8638327	S. α 9,8638327	
Dxf 1° 37′ α″	A″ 3,8817846	A′ 3,3095448	
fDr 38° 39′ α‴	S. α 9,0658852	S. α″ 8,4504402	
46° 57½′	2,8115025	1,6238177	
313° 2½′ α	7,1884975	8,3761823	
Drx 135° 38½′	A′ 3,3095448	A″ 3,8817846	
xfD 177° 24′	S. α″ 8,4504402	S. α′ 9,0658852	
313° 2½′	8,9484825	1,3238521	
	0,0888140	21,0310000	
	ct. α 0,9338756	0,9338756	
	ct. r 1,0226896	ct. f 21,9648756	

		xD 4,6882260	xD 4,0882260
		Sin. 9,4813342	cos. 9,9790996
		3,5695602	4,0673256
		x + 3711,6	y + 11676,85
		rD 3,3095448	
	Drx 135° 38½′	S. r 9,8445664	xDr 37° 40½′
	rxD 6° 41′	3,1541112	EDx 20° 2½′
	xDr 37° 40½′	S. x 9,0658852	xDE 17° 38′
	180° 0′	xD 4,0882260	

Punkt 5 (die Falkenau'sche Wassermühle), durch *E, f'; D.*

Exf' 47° 30 α'	S. α 9,3281516	S. α 9,3281516
f'xD 82° 10½ α''	A'' 4,1968457	A' 3,9774719
Df'E 218° 2 α'''	S. α' 9,8676309	S. α'' 9,9959371
347° 42½	3,3926282	3,3015606
12° 17½ α	6,6073718	6,6984394
	A' 3,9774719	A'' 4,1968457
f'Ex 6° 47' 25''	S. α'' 9,9959371	S. α' 9,8676309
xDf' 5° 30' 5''	0,5807808	9,7629160
12° 17½ α	3,8087353	5,7931666
	ct. α 4,5896233	ct. α 4,5896233
	ct. E 8,3983586	ct. E 10,3827899

	xD 4,2148062	xD 4,2148062
	Sin. 9,5266042	cos. 9,9739535
	3,7414104	4,1887597
	x + 5513,29	y + 15444,0
f'xD 82° 10' 30''	f'D 4,1968457	f'DE 14° 8' 40''
xDf' 5° 30' 5''	S. f' 9,9996427	xDf' 5° 30' 5''
Df'x 92° 19' 25''	4,1964884	xDE 19° 38¾'
180° 0' 0'	S. x 9,9816822	
	xD 4,2148062	

Punkt 6 (das Gesinde Letzi), durch *i, K, h.*

ixD 86° 45½ α'	S. α 9,5914313	S. α 9,5914313	Kxk 90° 27' 0''
Kxk 90° 27 α''	A'' 4,3076024	A' 4,3214316	xkK 83° 12' 42''
kKi 25° 46 α'''	S. α' 9,9993045	S. α'' 9,9999866	Kkx 6° 20' 18''
202° 58½	3,8983382	3,9128495	180° 0' 0''
157° 1½	6,1016618	6,0871505	Kk 4,3076024
Kix 73° 48' 48''	A' 4,3214316	A'' 4,3676024	S. k 9,9969447
xkK 83° 12' 42''	S. α'' 9,9999886	S. α' 9,9993045	4,3045471
157° 1½'	0,4230800	0,3940574	S. x 9,9999866
	2,6489880	2,4777497	kK 4,3045605
	ct. α 2,3587136	2,3587136	
	ct. i 0,2902744	ct k 0,1190361	

KD 32914,3	kKD 30° 39' 57''	xD 4,2684233	kD 4,2684233
Kx 20163,2	kKx 6° 20' 18''	Sin. 9,9035907	cos. 9,7772581
U. 12751,1	kKD 30° 19' 39''	4,1720140	4,0456814
B. 53077,5	15° 9' 49'',5	x + 14859,8	y + 11109,1
l. U. 4,1055476	m 74° 50' 10'',5		
l. B. 4,7249105	n 41° 33' 17''	KD 4,5173841	KDE 66° 29',9
9,3806371	DkK 116° 23' 27'',5	S. K. 9,7032415	KDk 33° 16',9
tg. m 10,5670072	KDk 33° 16' 53'',5	4,2206256	kDE 53° 13'
tg. n 9,9476443	DkK 30° 19' 39''	S. x 9,9522023	
	180° 0' 0''	kD 4,2684233	

Punkt 7, durch *i*, *u*, *K*.

iku 92° 22 α'	S. α 9,9601655	S. a 9,9601655	uxK 14° 20' 30''
ukK 14° 20½ α''	A' 3,9614590	A' 4,0738784	xKu 14° 31' 7''
Kui 187° 27½ α'''	S. α' 9,9996294	S. α'' 9,3939323	Kux 151° 8' 23''
294° 10'	3,9212539	3,4279762	180° 0' 0''
65° 50 α	6,0787461	6,5720238	Ku 3,9614590
Uix 51° 18' 53''	A' 4,0738784	A' 3,9614590	S. K 9,3991447
uxK 14° 31' 7''	S. α'' 9,3939323	S. α' 9,9996294	3,3606037
α 65° 50' 0''	9,5465568	0,5331122	S. x 9,3939323
	0,3520115	3,4128108	xu 3,9666714
	ct. α 0,4487187	ct. α 0,4487187	
	ct. i 0,8007302	ct. K 3,8615295	

uD 24197,6	DuK 159° 14'	fD 4,2904422	xD 4,2904422
ux 9261,3	Kux 151° 8',4	Sin. 9,9359881	cos. 9,7035329
U. 14933,3	310° 22',4	4,2264303	3,9939751
B. 33458,9	xuD 49° 37',6	x + 16843,42	y + 9862,23
l. U. 4,1742430	24° 48',8	iD 4,3837720	iDE 60° 50½'
l. B. 4,5245117	m 65° 11',2	S. u 9,8818637	uDx 21° 11½'
9,6497313	n 43° 59',7	4,2656357	xDE 59° 39'
tg. m 10,3350317	uDx 21° 11',5	S. x 9,9751935	
tg. n 9,9847630	Dxu 109° 10',9	xD 4,2904422	
	xuD 49° 37',6		
	180° 0',0		

Punkt 8, durch *i*, *u*, *K*.

iku 89° 30½ α'	S. α 9,9534134	S. α 9,9534134	uxK 19° 6'
ukK 19° 6 α''	A'' 3,9614590	A' 4,0738784	xKu 17° 48'
Kui 187° 27½ α'''	S. α' 9,9999840	S. α'' 9,5148371	Kux 143° 6'
296° 4'	3,9148564	3,5421289	180° 0'
63° 56 α	6,0851436	6,4578711	Ku 3,9614590
Uix 46° 8'	A' 4,0738784	A'' 3,9614590	S. K. 9,4852888
xKu 17° 46'	S. α'' 9,5148371	S. α' 9,9999840	3,4467478
α 63° 56'	9,6738591	0,4193141	S. x 9,5148371
	0,4719100	0,6261150	ux 3,9319107
	ct. α 0,4891737	0,4891737	
	st. i 0,9610837	ct. K 3,1152887	

uD 24197,6	DuK 159° 14'	xD 4,3204151	xD 4,3204151
Ux 8548,9	Kux 143° 6'	Sin. 9,9403025	cos. 9,6904350
U. 15648,7	302° 20'	4,2607171	4,0105504
B. 32746,5	xuD 57° 40'	x + 18227,1	y + 10253
l. U. 4,1944783	28° 50'	uD 4,3837720	uDE 80° 50½'
l. B. 4,5151649	m 61° 10'	S. u 9,9268314	uDx 20° 12'
9,6793134	n 40° 58'	4,3106034	xDE 60° 38½
tg. m 10,2592328	uDx 20° 12'	S. x 9,9901883	
tg. n 9,9385462	Dxu 102° 8'	xD 4,3204151	
	xuD 57° 40'		
	180° 0'		

Punkt 9, durch *k*, *i*, *K*.

kai 84° 23′ α′	S. α 9,9999788	S. α 9,9999788	ikK 113° 3′
ixK 113° 3′ α″	A″ 4,3214316	A′ 3,9648950	kKi 22° 3⅓′
Kik 73° 8′ α‴	S. α′ 9,9979099	S. α″ 9,9638650	Kik 49° 53⅔′
270° 34′	4,3193203	3,9287388	180° 0′
89° 26 α	6,6806797	6,0712612	Ki 4,3214316
ikx 67° 22⅔′	A′ 3,9648950	A″ 4,3214316	S. K 9,5745123
xKi 22° 3⅓′	S. α″ 9,9638650	S. α′ 9,9979099	3,8959439
α 89° 26′	9,6094397	0,3906027	S. x 9,9638650
	0,4068550	2,4581200	xi 3,9320789
	cot α 0,0098905	0,0098905	
	Ak 0,4167455	AK 2,4680105	

iD 12951,8	DiK 151° 17′	xD 4,3283335	xD 4,3283335
ix 8552,2	Kix 44° 54′	Sin. 9,9469538	cos. 9,6679665
U. 4399,6	196° 11′	4,2752873	3,9963000
B. 21504,0	xid 163° 49′	x + 18848,95	y + 9915,17
l. U. 3,6434132	81° 54½′		
l. B. 4,3325193	m 8° 5½′		
9,3108939	n 1° 40′	iD 4,1123294	iDE 68° 40¾
tg. m 9,1528159	idx 6° 25½′	S. i 9,4451553	iDx 6° 25½
tg. n 8,4637098	Dxi 9° 45½′	3,5574847	xDE 62° 15¼
	xid 163° 49′	S. x 9,2291512	
	180° 0′	aD 4,3283335	

Punkt 10, durch *i*, *u*, *K*.

iku 84° 7′ α′	S. α 9,9221476	S. α 9,9221446	uxK 31° 43′
ukK 31° 43″ α″	A″ 3,9614590	A′ 4,0738784	xKu 22° 35¼′
Kui 187° 27½ α‴	S. α′ 9,9077064	S. α″ 9,7207538	Kux 125° 41¾′
303° 17½′	3,8813130	3,7167798	180° 0
56° 42½′ α	6,1186870	6,2832202	Ku 3,9614590
Uix 34° 7¼	A′ 4,0738784	A″ 3,9614590	S. K 9,5844374
xKu 22° 35¼	S. α″ 9,7207538	S. α′ 9,9977064	3,5458964
α 56° 42½	9,9131112	0,2423856	S. x 9,7207538
	0,8190670	1,7473750	Ux 3,8251426
	ct. α 0,6566600	cot α 0,6566600	
	Ai 1,4757360	AK 2,4040440	

uD 24197,6	DuK 159° 14′	xD 4,3689309	xD 4,3689309
ux 6685,6	Kux 125° 41¾′	Sin. 9,9565953	cos. 9,6290502
U. 17512,0	284° 56′	4,3255262	3,9979811
B. 30883,2	xuD 75° 4′	x + 21160,5	y + 9953,62
l. U. 4,2433357	37° 32′		
l. B. 4,4897222	m 52° 28′		
9,7536135	n 36° 26′	uD 4,3837780	uDE 80° 50½′
tg. m 10,1144965	uDx 16° 2′	Sin. u 9,9850789	uDx 16° 2′
tg. n 9,8681100	Dxu 88° 54′	4,3688509	xDE 64° 48½′
	xud 75° 4′	S. x 9,9999200	
	180° 0′	xD 4,3689309	

Punkt 11, durch *i, u, K.*

iku	77° 18′ α′	S. α	9,8808836	S. α	9,8808836	uxK	45° 46′
ukK	45° 46′ α″	A″	3,9614590	A′	4,0738784	xKu	24° 5′
Kui	187° 27½ α‴	S. α′	9,9892427	S. α″	9,8552192	Kux	110° 9′
	310° 31½		3,8315853		3,8099812		180° 0′
	49° 28½ α		6,1684147		6,1900188	Ku	3,9614590
Uix	25° 23½	A′	4'0738784	A″	3,9614590	S. K	9,6107293
xKu	24° 5′	S. α″	9,8552192	S. α′	9,9892427		3,5721883
	49° 28½		0,0975123		0,1407205	S. x	9,8552192
			1,2517350		1,3826750	ux	3,7169691
		ct. α	0,8548356		0,8548356		
		ct. i	2,1065706	ct. K	2,2375106		

uD	24197,6	DuK	159° 14′	xD	4,3945755	xD	4,3945755
ux	5211,5	Kux	110° 9′	Sin.	9,9693212	cos.	9,5598829
U.	18986,1		269° 23′		4,3638967		3,9544584
B.	29409,1	xud	90° 37′	x	+ 23115,1	y	+ 9004,47
l. U.	4,2784358		45° 18½′				
l. B.	4,4684818	m	44° 41½′				
	9,8099540	n	32° 34′	uD	4,3837720	uDE	80° 50½′
tg. m	9,9953256	nDx	12° 7½′	S. u	9,9999748	uDx	12° 7½′
tg. n	9,8052796	Dxu	77° 15½′		4,3837468	xDE	68° 43′
		xud	90° 37′	S. x	9,9891713		
			180° 0′	xD	4,3945755		

Punkt 12, durch *i, u, K.*

iku	57° 8½ α′	S. α	9,9142024	S. α	9,9142024	uxK	60° 14½′
uxK	60° 14½ α″	A″	3,9614590	A′	3,9614590	xKu	31° 54½′
Kui	187° 27½ α‴	S. α′	9,9242869	S. α″	9,9242869	Kux	87° 51′
	304° 50½		3,7999483		3,9266039		180° 0′
	55° 9½ α		6,2000517		6,0733361	Kui	3,9614590
Uix	23° 15′	A′	4,0738784	A″	3,9614590	S. K	9,7230957
xKu	31° 54½′	S. α″	9,9385831	S. α′	9,9242869		3,6845547
	55° 9½′		0,2125132		9,9590820	S. x	9,9385831
			1,6312230		0,9100850	ux	3,7459716
		ct. α	0,6960972	ct. α	0,6960972		
		ct. i	2,3273202	ct. K	1,6061822		

uD	24197,6	DuK	159° 14′	xD	4,4291511	xD	4,4291511
ux	5571,5	Kux	87° 51′	Sin.	9,9725007	cos.	9,5376789
U.	18626,1		247° 5′		4,4016518		3,9668300
B.	29769,1	xuD	112° 55′	x	+ 25214,6	y	+ 9264,67
l. U.	4,2701219		56° 27½′				
l. B.	4,4737657	m	33° 32½′				
	9,7963562	n	22° 31½′	uD	4,3837720	uDE	80° 50½′
tg. m	9,8214688	uDx	11° 1′	S. u	9,9642937	uDx	11° 1′
tg. n	9,6178250	Dxu	56° 4′		4,3480657		69° 49½′
		xuD	112° 55′	S. x	9,9189140		
			180° 0′	xD	4,4291511		

Punkt 13, durch *i*, *u*, *K*.

ixu 53° 8½ α'	S. α 9,9280647	S. α 9,9280647	uxK 61° 28½'
uxK 61° 28½ α''	A'' 3,9614590	A' 4,0738784	xKu 34° 28¼'
Kui 187° 27½ α'''	S. α' 9,9031557	S. α' 9,9437955	Kux 84° 3¼'
302° 4½	3,7926794	3,9457366	180° 0'
57° 55½ α	6,2073206	6,0542614	
	A' 4,0738784	A'' 3,9614590	Ku 3,9614590
uix 23° 27½	S. α' 9,9437955	S. α'' 9,9031557	S. K 9,7528062
xKu 34° 28¼	0,2249945	9,9188761	3,7142652
57° 55½	1,6787850	ct. α' 0,8296140	S. x 9,9437955
	ct. α 0,6266909	0,6266909	ux 3,7704697
	ct. i 2,3054759	ct. K 1,4563049	

uD 24197,6	DuK 159° 14'	xD 4,4370931	kD 4,4370931
ux 5894,8	Kux 84° 3½'	Sin. 9,9722797	cos. 9,5393086
U. 18302,8	243° 17½'	4,4093728	3,9764017
B. 30092,4	xnD 116° 42¾'	x + 25666,87	y + 9471,13
I. U. 4,2625176	58° 21⅜'		
l. B. 4,4784569	m 31° 38⅝'		
0,7840607	n 20° 32⅞'	uD 4,3837720	uDE 80° 50½'
tg. m 9,7890607	uDx 11° 5¾'	S. u 9,9509844	uDx 11° 5¾'
tg. n 9,5738227	Dxu 52° 11¾'	4,3347564	xDE 69° 44¾'
	xuD 116° 42¾'	S. x 9,8976633	
	180° 0'	xD 4,4370931	

Punkt 14, durch *i*, *u*, *K*.

ixu 42° 54½ α'	S. α 9,9760599	S. α 9,9760599	uxK 58° 29'
uxK 58° 29 α''	A' 3,9614590	A' 4,0738784	xKu 45° 12½'
Kui 187° 27 α'''	S. α' 9,8330370	S. α'' 9,9306883	Kux 76° 18½'
288° 51	3,7705559	3,9806266	180° 0'
71° 9 α	6,2294441	6,0193734	
	A' 4,0738784	A'' 3,9614590	Ku 3,9614590
Uix 25° 56½	S. α'' 9,9306883	S. α' 9,8330370	S. K 9,8510584
yKu 45° 12½	0,2340108	9,8138694	3,8125174
71° 9 α	1,7140000	0,6514325	S. x 9,9306883
	ct. α 0,3414019	ct. α 0,3414019	ux 3,8818291
	ct. i 2,0554019	ct. K 0,9928344	

uD 24197,6	DuK 159° 14'	xD 4,4652529	xD 4,4652529
ux 7617,8	Kux 76° 18½'	Sin. 9,9684286	cos. 9,5656756
U. 16579,8	235° 32½'	4,4336815	4,0309285
B. 31815,4	xuD 124° 27½'	x + 27144,5	y + 10738,1
l. U. 4,2195793	62° 13¾'		
l. B. 4,5026973	m 27° 46¼'		
9,7169420	n 15° 20¾'	uD 4,3837720	uDE 80° 40½'
tg. m 9,7214724	uDx 12° 15½'	S. u 9,9162106	uDx 12° 25½'
tg. n 9,4384244	Dxu 43° 7'	4,2999826	xDE 68° 25'
	xuD 124° 27½'	S. x 9,8347297	
		xD 4,4652529	

Punkt 15, durch *D, i, k.*

Dki 2° 50¼ α'	S. α 9,9155371	S. α 9,9155371	
ixK 93° 2 α''	A'' 4,3214316	A'' 4,1123294	
Kid 208° 43 α'''	S. α' 8,6946356	S. α'' 9,9993911	
304° 35½	2,9316743	4,0272576	
55° 24¾ α	7,0684257	5,9727424	
iDx 3° 36¾'	A' 4,1123294	A'' 4,3214316	
xKi 51° 48'	S. α'' 9,9993911	S. α' 8,6946356	
55° 24¾ α	1,1801462	8,9888096	
xKi 51° 48'	15,1407070	0,0974563	
iKD 10° 54'	ct. α 0,6895320	ct. α 0,6895319	
xKD 62° 42'	ct. D 15,8302390	ct. K 0,7869882	
		xD 4,4683827	xD 4,4683827
		Sin. 9,9575257	cos. 9,6247950
		4,4259084	4,0931777
		x + 26662,96	y + 12393,0
	xKD 62° 42'	KD 4,5173841	KDE 86° 30½'
	KDx 21° 25¾'	S- K 9,9487147	KDx 21° 45¾'
	DxK 95° 52¼'	4,4660988	xDE 65° 4¼'
	180° 0'	S. x 9,9977161	
		xD 4,4683827	

Punkt 16, durch *D, i, K.*

Dki 2° 8½ α'	S. α 9,9257875	S. α 9,9257875	
ixK 91° 41½ α''	A'' 4,3214316	A'' 4,1123294	
KiD 208° 43 α'''	S. α' 8,5725281	S. α' 9,9998107	
302° 33	2,8197472	4,0379276	
57° 27	7,1802528	5,9620724	
iDx 2° 50	A' 4,1123294	A'' 4,9214316	
xKi 54° 37	S. α'' 9,9998107	S. α' 8,5725281	
57° 27 α	1,2923929	8,8560321	
xKi 54° 37'	19,6062000	0,0717847	
iKD 10° 54'	ct. α 0,6382978	ct. α 0,6382978	
xKD 65° 31'	ct. D 20,2444978	ct. K 0,7100825	
		xD 4,4774373	xD 4,4774373
		Sin. 9,9602222	cos. 9,6118580
		4,4376595	4,0892953
		x + 27394,3	y + 12282,7
	xKD 65° 31'	KD 4,5173841	KDE 86° 30'
	KDx 93° 50'	S. K 9,9590805	KDx 20° 39'
	DxK 20° 39'	3,4764646	xDE 65° 51'
	180° 0'	S. x 9,9990273	
		xD 4,4774473	

Punkt 17, durch *i, u, K.*

ixu	28° 24′ α′	S. α	9,9974591	S. α	9,9974591	uxK	60° 20′
uxK	60° 20′ α″	A″	3,9614590	A′	4,0738784	xKu	61° 55¼′
Kui	187° 27½ α‴	S. α′	9,6772640	S. α″	9,9389796	Kux	57° 44¾′
	276° 11½		3,6361821		4,0103171		180° 0′
	83° 48½ α		6,3638179		5,9896829		
		A′	4,0738784	A″	3,9614590	Ku	3,9614590
uix	21° 53¼	S. α″	9,9369796	S. α′	9,6772640	S. K	9,9456154
xKu	61° 55¼		0,3766759		9,6284059		3,9070744
	83° 48½ α		2,3805422		0,4250167	S. x	9,9389796
		ct. α	0,1084876	ct. α	0,1084876	ux	3,9680948
		ct. i	2,4890298	ct. K	0,5335043		

uD	24197,6	DuK	159° 14′	xD	4,5066612	xD	4,5066612
ux	9291,7	Kux	57° 44¾′	Sin.	9,9751891	cos.	9,5166569
U.	14905,9		216° 58¾′		4,4818503		4,0233181
B.	33489,3	xud	143° 1¼′	x	+ 30328,4	y	+ 10551,6
l. U.	4,1733582		71° 30⅝′				
l. B.	4,5249061	m	18° 29⅜′				
	9,6484521	n	8° 27⅞′	ud	4,3837720	uDE	80° 50½′
tg. m	9,5242574	uDx	10° 1½′	S. α	9,7792534	uDx	10° 1½′
tg. n	9,1727095	Dxu	26° 27¼′		4,1630254	xDE	70° 49′
		xuD	143° 1¼′	S. x	9,6563642		
			180° 0′	xD	4,5066612		

Punkt 18, durch *i, u, K.*

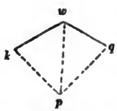
ixu	25° 9½ α′	S. α	9,9995338	S. α	9,9995338	uxK	60° 2¼′
uxK	60° 2¼ α″	A″	3,9614590	A′	4,0738784	xKu	66° 57′
Kui	187° 27½ α‴	S. α′	9,6285127	S. α″	9,9376946	Kux	53° 0¾′
	272° 39¼		3,5895055		4,0111068		180° 0′
	87° 20¾ α		6,4704945		5,9888932		
		A′	4,0738784	A″	3,9614590	Ku	3,7614590
uix	20° 23¾	S. α″	9,9376946	S. α′	9,6285127	S. K	9,9638650
xKu	66° 57		0,4226675		9,5788649		3,9253240
	87° 20¾ α		2,6428200		0,3791970	S. x	9,9376946
		ct. α	0,0463571	ct. α	0,0463571	ux	3,9876294
		ct. i	2,6891771	ct. K	0,4255541		

uD	24197,6	DuK	159° 14′	xD	4,5162550	xD	4,5162550
ux	9719,2	Kux	53° 0¾′	Sin.	9,9775964	cos.	9,4956758
U.	14478,4		212° 14¾′		4,4938514		4,0119308
B.	33916,8	xuD	147° 45¼′	x	+ 31178,2	y	+ 10278,5
l. U.	4,1607207		73° 52⅝′				
l. B.	7,5304149	m	16° 7⅜′				
	9,6303058	n	7° 2½′	uD	4,3837720	uDE	80° 50½′
tg. m	9,4610008	uDx	9° 5¼′	S. u	9,7271775	uDx	9° 5¼′
tg. n	9,0913066	Dxu	23° 9½′		4,1109495	xDE	71° 45¼′
		xuD	147° 45¼′	S. x	9,5946945		
			180° 0′	xD	4,5162550		

Punkt 19, durch *k*, *i*, *K*.

ixu	21° 0½ α'	S. α	9,9882523	S. α	9,9882523	uxK	48° 16'
uxK	48° 16 α''	A'	3,9614590	A'	4,0738784	xKu	81° 44'
Kui	187° 27½ α'''	S. α'	9,5544936	S. α''	9,8728849	Kux	50° 0'
	256° 44		3,5042049		3,8350156		180° 0'
	103° 16 α		6,4957951		6,0649844		
		A'	4,0738784	A''	3,9614590	Ku	3,9614590
Uix	21° 32'	S. α''	9,8728849	S. α'	9,5544936	S. K	9,9954639
xKu	81° 44'		0,4425584		9,5809370		3,9559529
	103° 16' α		2,7705013		0,3810105	S. x	9,8728849
		ct. α	0,2357758	ct. α	0,2357758	ux	4,0840380
		ct. i	2,5347255	ct. K	0,1452347		

uD	24197,6	DuK	159° 14'	xD	4,5475991	xD	0,5475991
ux	12135,0	Kux	50° 0'	Sin.	9,9761245	cos.	9,5087793
U.	12062,6		209° 14'		4,5237236		4,0563694
B.	36332,6	xud	150° 46'	x	+ 33398,3	y	+ 11385,9
l. U.	4,0814409		75° 23'				
l. B.	4,5602965	m	14° 37'				
	9,5211444	n	4° 57'	uD	4,3837720	uDE	80° 50½'
tg. m	9,4162928	udx	9° 40'	S. u	9,6887467	uDx	9° 40'
tg. n	8,9374372	Dxu	19° 34'		4,0725187	xDE	11° 10½'
		xud	150° 46'	S. x	9,5249196		
			180° 0'	xD	4,5475991		



Wenn der Punkt 20 (der grosse Baum am Eingange des Dorfes Pallopochja, dicht am Bachufer) $= p$, und der Punkt 21 $= q'$ gesetzt wird, so hat man im Viereck $Kwq'p$, die gegebenen Stücke $Kw = A'$; $wq' = A''$; $Kpw = \alpha$; $pq'w = \beta$, $q'wK = \alpha'''$; die zu bestimmenden aber $wKp = \xi$; $wpq' = \upsilon$, folglich: $(\xi + \upsilon) = 360 - [\alpha + \beta + \alpha''']$; $\cos.(\xi - \upsilon) = \cos.(\xi + \upsilon) + 2 . \frac{A''}{A'} . \sin. \alpha \sin. \beta$.

Kpw	53° 4¼ α'	A'	4,0263985	½(ξ+υ)	27° 31',375	Kw	4,0263985
pq'w	141° 24½ α''		5,9736015	½(ξ−υ)	7° 3',3	S. w	9,9996342
q'wK	110° 29 α'''	A''	3,6261527	ξ	34° 34',675		4,0260327
	304° 57¾	S. α	9,9027527	υ	20° 28',675	S. p	9,9927527
ξ + υ	55° 2¼	S. β	9,7953216	wKp	34° 34',675	pK	4,1232800
cs.(ξ+υ)	0,5730402		9,2975285	Kpw	53° 4',250	Kw	4,0262985
			0,19839396	pwK	93° 21',075	S. K	9,7539861
ξ − υ	14° 6,'6		0,39678692		180° 0',000		3,7803846
			0,5730402			S. p	9,9027527
		cs.(ξ−υ)	0,9698271			pw	3,8876319

wD	41327,876	pwK	92° 21',075	pD	4,5803919	pD	4,5803919
pw	7544,525	DwK	32° 53',387	Sin.	9,9626172	cos.	9,5995357
U.	33783,351	pwD	59° 27',688		2,5430091		4,1799276
B.	48872,401		29° 43',844	x	+ 34914,8	y	+ 15133,1
l. U.	4,5287026	m	60° 16',156				
l. B.	4,6890636	n	50° 26',232	wD	4,6162431	wDE	76° 24' 3",6
	9,8396390	wDp	9° 49',924	S. w	9,9351485	wDp	9° 49' 55",11
tg. m	10,2432870	Dpw	110° 42',388		4,5513912		65° 34' 8",2
tg. n	10,0829260	pwD	59° 27',688	S. p	9,9709993		
			180° 0',000	pD	4,5803919		

Punkt 21 = *q'*, durch *u*, *k*, *w*.

uq'K	30° 47 α'	S. α	9,6107999	S. α	9,6107999	Kuq'	45° 25¾ α
Kq'w	51° 24 α''	A''	4,0263985	A'	3,9614590	q'wK	110° 29 α
wKw	121° 54 α'''	S. α'	9,7090943	S. α''	9,8929404	Kui	45° 25¾'
	204° 5¼		3,3462927		3,4651993	uq'K	30° 47'
	155° 54¾		6,6537073		6,5348007	q'Ku	103° 47¼'
Kq'w	51° 24' } 180°	A''	3,9614590	A'	4,0263985		180° 0'
q'wK	110° 29' } 180°	S. α''	9,8929404	S. α''	9,7090743		
wKq'	18° 7' } 180°		0,5081067		0,2702935	Ku	3,9614590
wK	4,0263985		3,2218600		1,8633460	S. K.	9,9873025
S. K	9,4926946	ct. α	2,2368374	ct. α	2,2368374		3,9487615
	3,5190931	ct. u	0,9850226	ct. w	0,3734914	S. q'	9,7090943
S. q'	9,8929404					uq'	4,2396672
q'w	3,6261527						

uD	24197,6	DuK	159° 14'	q'D	4,6088412	qiD	4,6088412
uq'	17364,7	Kuq'	45° 25$\frac{3}{5}$'	Sin.	9,9745308	cos.	9,5220208
U.	6832,9		204° 39¾'		4,5833720		4,1308620
B.	41562,2		155° 20¼'	x	+ 38315,3	y	+ 13516,4
l. U.	3,8346051		77° 40⅛'				
l. B.	4,6186995	m	12° 19⅞'				
	9,2159056	n	2° 3$\frac{4}{8}$'	uD	4,3837720	uDE	80° 50⅛'
tg. m	9,3396639	uDq'	10° 16⅜'	S. w	9,6204196	uDq'	10° 16⅜'
tg. n	8,5555690	Dq'u	14° 23⅜'		4,0041916	q'DE	70° 34⅛'
		q'uD	155° 20¼'	S. q'	9,3953504		
			180° 0'	q'D	4,6088412		

Punkt 22, durch *u*, *K*, *w*.

uxK	28° 1' α'	S. α	0,2384145	S. α	9,2384145	Kux	41° 39'
Kxw	40° 3' α''	A''	4,0263985	A'	3,9614590	uxK	28° 1'
wKu	121° 54¼ α'''	S. α'	9,6718468	S. α''	9,8085188	xKu	110° 20'
	189° 58¼'		2,9366598		3,0083923		180° 0'
	170° 1¾' α		7,0633402		6,9916077		
		A'	3,9614590	A''	4,0263985	Ku	3,9614590
Kux	41° 39	S. α''	9,8085188	S. α'	9,6718468	S. K	9,9720579
xwK	128° 22¼		0,8333180		0,6898530		3,9335169
α	170° 1¾		6,8126800		4,8961311	S. x	9,6718468
		ct. α	5,6882157	ct. α	5,6882157	ux	4,2616701
		ct. u	1,1244643	ct. w	0,7920846		

uD 24197,6	DuK 159° 14′	xD 4,6208939	xD 4,6208939
ux 18267,1	Kup 41° 39′	Sin. 9,9778973	cos. 9,4928876
U. 5930,5	200° 53′	4,5987912	4,1137815
B. 42464,7	xuD 159° 7′	x + 39700,0	y + 12995,1
l. U. 3,7730913	79° 33½′		
l. B. 4,6286280	m 10° 26½′		
9,1450633	n 1° 28½′	uD 4,3837720	uDE 80° 50½′
tg. m 9,2654926	uDx 8° 58′	S. u 9,5520184	udx 8° 58′
tg. n 8,4105559	Dxu 11° 55′	3,9357904	xDE 71° 52½′
	xuD 159° 7′	S. x 9,3148965	
	180° 0′	xD 4,6208939	

Punkt 23, durch *p*, *K*, *w*.

pxK 63° 27 α′	S. α 9,9556883	S. α 9,9556883	Kpw 17° 25′
Kxw 17° 25 α″	A″ 4,0263985	A′ 4,1232800	pwK 155° 16′,9
wKp 34° 34,675α‴	S. α′ 9,9516020	S. α″ 9,4761339	wKp 7° 18′,1
115° 26,675	3,9336888	3,5551017	180° 0′,0
244° 33,325α	6,0663112	6,4448983	Kw 4,0263985
	A′ 4,1232800	A″ 4,0263985	S. w 9,6213127
Kpx 89° 16,4	S. α″ 9,4761334	S. α′ 9,9516020	3,6477112
xwK 155° 16,9	9,6657246	0,4228988	S. x 9,4761334
α 244° 33,3	0,4631531	2,6478831	xK 4,1713778
	ct. α 0,4757889	ct. α 0,4757889	
	ct. p 0,6126358	ct. w 2,1720942	

KD 32914,3	wKD 137° 0¾′	xD 4,6425747	xD 4,6425747
xK 14844,9	wKp 7° 18′	Sin. 9,9767617	cos. 9,5032093
U. 18069,4	xKD 129° 42¾′	4,6193364	4,1457840
B. 47759,2	64° 51⅜′	x + 41623,3	y + 13989,0
l. U. 4,2569437	m 25° 8⅝′		
l. B. 4,6790570	n 10° 4½′		
9,5778867	KDx 15° 4½′	Kd 4,5173841	KDE 86° 29,9
tg. m 9,6715113	DxK 35° 12¾′	S. K 9,8860732	Kdx 15° 4,5
tg. n 9,2493980	xKD 129° 42¾′	4,4034573	xDE 71° 25,4
	180° 0′	S. x 9,7608826	
		xD 4,6425747	

Punkt 24 (Ausmündungskrug = *j*), durch *p*, *w*, *K*.

pjw 72° 45′ α′	S. α 9,2538301	S. α 9,2538301	wjK 9° 16′
wjK 9° 16′ α″	A″ 3,0263985	A′ 3,8776319	jKw 1° 6′,04
Kwp 267° 38′,9 α‴	S. α′ 9,9800124	S. α″ 9,2069059	Kwj 169° 37′,96
349° 39′,9	3,2602410	2,3383679	180° 0′,00
10° 20′,1 α	6,7397590	7,6616321	Kw 4,0263985
	A′ 3,8776319	A″ 4,0263985	S. w 9,2551720
copj 9° 14′,06	S. α″ 9,2069054	S. α′ 9,9800124	3,2815705
jKw 1° 6′,04	9,8242968	1,6680430	S. j 9,2069059
10° 20′,1 α	0,6672626	46,5632111	Kj 4,0746646
	ct. α 5,4836026	ct. α 5,4836026	
	ct. p 6,1508652	ct. K 52,0468137	

KD	32914,3	wKD	137° 0¾'	jD	4,6756819	jD	4,6756819
Kj	11875,8	jKw	1° 6'	Sin.	9,9864291	cos.	9,3913157
U.	21038,5	jKD	138° 6¾'		4,6621020		4,0669976
B.	44790,1		69° 3⅜'	x	+ 45930,6	y	+ 11668,0
l. U.	4,3230148	m	20° 56⅝'				
l. B.	4,6511821	n	10° 11½'	KD	4,5173841	KDE	86°29'54"
	9,6718327	KDj	10° 45½'	S. K	9,8718408	KDj	10°45' 7",5
tg. m	9,5829016	DjK	31° 8⅛'		4,3892249	jDE	75°44'46",5
tg. n	9,2547343	jKD	138° 6¾'	S. j.	9,7135430		
			180° 0'	jD	4,6756819		

II. Von Dorpat nach der Seite der Einmündung oder des Peipussees.

Punkt 25, durch *k*, *D*, *r*.

k'xD	30° 15⅓ α'	S. α	9,3360958	S. α	9,3360958		
Dxk'	20° 8⅓ α''	A''	3,3095448	A'	3,7765435		
xDk'	142° 7⅔ α'''	S. α''	9,7023079	S. α''	9,5369332		
	192° 31⅓		2,3479485		2,2495725		
	167° 28⅔		7,6520515		7,7504275		
		A'	3,3765435	A''	3,3095448		
Dk'x	129° 31⅔	S. α''	9,5369332	S. α'	9,7029079		
xrd	37° 57		0,5655282		0,7622802		
	167° 28⅔		3,6772925		5,7846913		
		ct. α	4,5024355	ct. α	4,5024355		
		ct. k	0,8251430	ct. r	1,2822558		
				xD	3,5614680	xD	3,5614680
				Sin.	9,7897862		9,8962605
					3,3512542		3,4577285
				x	— 2245,2	y	— 2869,0
		Dkx	129° 31⅔'	k'D	3,3765435	EDk'	162° 10¼'
		kxD	30° 15⅓'	S. k'	9,8872324	xDk'	20° 13'
		xDk	20° 13'		3,2637759	EDx	141° 57¼'
			180° 0'	S. x	9,7023079	xDE	218° 2¾'
				xD	3,5614680		

Punkt 26, durch *k'*, *D*, *r*.

k'xD	1° 16 α'	S. α	9,6827359	S. α	9,6521359
Dxr	9° 56 α''	A''	3,3095448	A'	3,3705435
rDk'	142° 7⅔ α'''	S. α'	8,3445043	S. α''	9,2367946
	153° 19⅔		8,6938150		2,2654740
	208° 40⅓ α	A'	3,3765435		7,7345260
		S. α''	9,2367940	A''	3,3095448
Dk'x	170° 52⅓		1,3071531	S. α'	8,3445043
xrD	29° 48		20,2839747		9,3885751
	206° 40⅓	ct. α	1,9906826		0,2446668
		ct. r	18,2932921	ct. α	1,9906825
				ct. r	1,7460158

		xD 3,7689367	xD 3,7689367
		Sin. 9,5275409	cos. 9,9738338
		3,2864776	3,7427705
		x + 1979,15	y − 5530,58
	Dk'x 176° 52⅓'	k'D 3,3765435	EDk' 162° 10¼'
	k'xD 1° 16'	S. k' 8,7368975	xDk' 1° 51⅔'
	xDk' 1° 51⅔'	2,1133410	EDx 160° 18,6
	180° 0'	S. x 8,3445043	xDE 199° 41,4
		xD 3,7689367	

Punkt 27, durch *t'*, *w'*, *k''*.

t'xw' 87° 26½ α'	S. α 8,8614075	S. α 8,8614075	w'xk'' 61° 48'
w'xk'' 61° 48 α''	A'' 3,5856908	A' 3,6557990	xk''w' 114° 16¾'
k''w't' 34° 55,6 α'''	S. α' 9,9995669	S. α'' 9,9451255	k''w'x 3° 55¼'
184° 10,1	2,4466652	2,4623320	180° 0'
175° 49,9 α	7,5533348	7,5376680	
	A' 3,6557990	A'' 3,5856908	k''w' 3,5856908
w't'x 61° 33' 10''	S. α'' 9,9451255	S. α' 9,9995669	S. k'' 9,9597818
xk''w' 114° 16' 44''	1,1542593	1,1329257	3,5454726
175° 49' 54''	14,2645885	13,2716747	S. x 9,9451255
	ct. α 13,7228048	ct. α 13,7228048	xw' 3,6003471
	ct. k'' 0,5411301	ct. k' 0,4511301	

w'D 7181,61	k''w'D 128° 39'	xD 4,0001286	xD 4,0001286
w'x 3984,26	k''w'x 3° 55¼'	Sin. 9,8136882	cos. 9,8802074
U. 3197,35	xw'D 124° 44¼'	3,8138168	3,8863360
B. 11165,87	62° 22⅛'	x − 6513,5	y − 7591,6
l. U. 3,5047902	m 27° 37⅞'		
l. B. 4,0478925	n 8° 31 4/8'		
9,4568977	w'Dx 19° 6⅜'	w'D 3,8562217	EDw' 120° 15⅞'
tg. m. 9,7189018	Dxw' 36° 9⅜'	S. w' 9,9147540	w'Dx 19° 6⅜'
tg. n 9,1757995	xw'D 124° 44¼'	3,7709727	EDx 139° 22¼'
	180° 0'	S. x 9,7708440	xDE 220° 37¾'
		xD 4,0001286	

Punkt 28, durch *k'*, *D'*, *w*.

k'xD' 6° 35 α'	S. α' 9,9453237	S. α 9,9453237
Dxw' 13° 21½ α''	A'' 3,8562217	A' 3,3765435
w'Dx 41° 54¾ α'''	S. α'' 9,0593072	S. a'' 9,3636879
61° 50¼	2,8609726	2,6855551
298° 9 1/12 α	7,1390874	7,3144449
	A' 3,3765435	A'' 3,8562217
Dk'x 142° 16 3/12	S. α' 9,3636879	S. α' 9,0593672
xw'D 155° 52 10/12	9,8793188	0,2300338
298° 9 1/12	0,7573887	1,6983759
	ct. α 0,5350990	ct. α' 0,8350990
	ct. k' 1,2924877	ct. k' 2,2334749

	xD 4,1038682	xD 4,1038682
	Sin. 9,8776150	cos. 9,8171608
	3,9814832	3,9210290
	x — 9582,5	y — 8337,4
Dxw′ 13° 21$\frac{1}{2}$′	w′D 3,8562217	EDw′ 120° 15$\frac{7}{8}$′
xw′D 155° 52$\frac{12}{14}$′	S. w′ 9,6113344	w′Dx 10° 45$\frac{5}{8}$′
w′Dx 10° 45$\frac{5}{14}$′	3,4675561	EDx 131° 1$\frac{1}{2}$′
180° 0′	S. x 9,3636879	xDE 228° 58$\frac{1}{2}$′
	xD 4,1038682	

Punkt 29 = der Lunia'schen Windmühle (*l′*).

Punkt 30 durch *m′*, *s*, *k‴*.

m′xs 117° 27$\frac{1}{2}$ α′	S. α 9,8385101	S. α 9,8385101	sm′x 3° 50$\frac{3}{4}$′
sxk‴ 111° 18$\frac{1}{2}$ α″	A″ 2,7398101	A′ 3,6974699	m′xs 117° 27$\frac{1}{2}$′
k‴sm′ 87° 38$\frac{3}{4}$ α‴	S. α 9,9480932	S. α′ 9,9692473	xsm′ 58° 41$\frac{3}{4}$′
316° 24$\frac{3}{4}$	2,5264134	3,5052273	180° 0′
43° 35$\frac{1}{4}$ α	7,4735866	6,4947727	
	A′ 3,6974699	A″ 2,7398101	m′s 3,6974699
sm′x 3° 50$\frac{3}{4}$′	S. α″ 9,9692473	S. α″ 9,9480932	S. s 9,9316719
xk‴m′ 39° 44$\frac{1}{2}$′	1,1403038	9,1826760	3,6291418
α 43° 35$\frac{1}{4}$′	13,8135000	0,1522916	S. x 9,9480932
	ct. α 1,0505623	ct. α 1,0505623	m′x 3,6810486
	ct. m 14,8640623	ct. k‴ 1,2028539	

m′D 23715,5	sm′D 24° 29$\frac{1}{2}$′	xD 4,2855482	xD 4,2855482
m′x 4797,9	sm′x 3° 50$\frac{3}{4}$′	Sin. 9,9749136	cos. 9,5189197
U. 18917,6	xm′D 20° 38$\frac{3}{4}$′	· 4,2604618	3,8044678
B. 28513,5	10° 19$\frac{3}{8}$′	x — 18216,4	y — 6374,8
I. U. 4,2768660	m′ 79° 40$\frac{5}{8}$′		
l. B. 4,4550490	n′ 74° 38$\frac{7}{8}$′	m′D 4,3750323	EDm′ 104° 15$\frac{1}{2}$′
9,8218170	m′Dx 5° 1$\frac{3}{4}$′	S. m′ 9,5472704	m′Dx 5° 1$\frac{3}{4}$′
tg. m 10,7395853	Dxm′ 154° 19$\frac{1}{2}$′	3,9223027	EDx 109° 17$\frac{1}{4}$′
tg. n 10,5614023	xm′D 20° 38$\frac{3}{4}$′	S. x 9,6367545	xDE 250° 42$\frac{3}{4}$′
	180° 0′	xD 4,2855482	

Punkt 31 (Mäkshofscher Krug) durch *k‴*, *k″*, *m*.

k″xk′ 1° 59$\frac{1}{2}$ α′	S. α 9,7137434	S. α 9,7137434	k″xm′ 41° 34$\frac{1}{2}$
k″xm′ 41° 34$\frac{1}{2}$ α″	A″ 3,8828046	A′ 3,0549501	xm′k″ 134° 13$\frac{5}{12}$
m′k″k‴ 167° 35$\frac{1}{12}$ α	S. α 8,5410066	S. α″ 9,8219063	m′k″x 4° 12$\frac{1}{12}$
211° 9$\frac{1}{12}$	2,1375546	8,5905998	180° 0
148° 50$\frac{11}{12}$	7,8624454	7,4094002	
	A′ 3,0549501	A″ 3,8828046	k″m 3,8828046
k″k‴x · 14° 37$\frac{6}{12}$	S. α″ 9,8219063	S. α 8,5410066	S. m 9,8552909
xmk″ 134° 13$\frac{5}{12}$	0,7393018	9,8332114	3,7380955
α 148° 50$\frac{11}{12}$	5,4865812	0,6811008	S. x 9,8219063
	ct. α 1,6543624	ct. α 1,6543624	xk″ 3,9161892
	ct. k‴ 3,8322188	ct. m′ 0,9332616	

k''D 31312,1	Dk''m' 4° 59½'	xD 4,3656393	xD 4,3656393
k''x 8245,0	m'k''x 4° 12'	Sin. 9,9893936	cos. 9,3390248
U. 23067,1	Dk''x 9° 11½'	4,3550329	3,8646635
B. 39557,1	4° 35¾'	x — 22648,2	y — 5066,0
l. U. 4,3629930	m 85° 24¼'		
l. B. 4,5972244	n 82° 9'	k''D 4,4957128	EDk'' 105° 51¾'
9,7657686	k''xD 167° 33¼'	S. k'' 9,2034070	xDE 3° 15¼'
tg. m 11,0948285	xDk'' 3° 15¼'	3,6991198	EDx 102° 36½'
tg. n 10,8605941	Dk''x 9° 11½'	S. x 9,3334805	xDE 257° 23½'
	180° 0'	xD 4,3656393	

Punkt 32 (Kastersches Wohngebäude) = k^{vii}.
Punkt 33 (Kansikrug) = k^{vi}.
Punkt 34, durch k^{vi}, k^{vii}, k^{v}.

$k^{vi}xk^{vii}$ 9° 1 α'	S. α 9,1444532	S. α 9,1444532	$k^{vii}k^{vi}x$ 162° 6¾'
$k^{vii}xk^{vii}$ 1° 26 α''	A'' 3,0549501	A' 3,5961152	$k^{vi}xk^{vii}$ 9° 1'
$k^{v}k^{vii}k^{vi}$ 177° 33½ α'''	S. α' 9,1952293	S. α'' 8,4006964	$xk^{vii}k^{vi}$ 8° 52¼'
188° 1	1,3945326	1,1412646	180° 0'
171° 59 α	8,6054674	8,8587352	
	A' 3,5961152	A'' 3,0549501	$k^{vi}k^{vii}$ 9,5961152
$k^{vii}k^{vi}x$ 162° 6¾	S. α'' 8,4006964	S. α' 9,1951293	S. k^{vii} 9,1881052
$xk^{v}k^{vii}$ 9° 52¼	0,6022790	1,1088140	2,7842204
171° 59 α	4,0020174	12,8473813	S. x 9,1951293
	ct. α' 7,1003826	ct. α 7,1003826	xk^{vi} 3,5890911
	ct. k^{vi} 3,0983652	ct. k^{v} 5,7469987	

k^{vi}D 36333,8	$k^{vi}k^{vi}$D 8° 34	xD 4,6003950	xD 4,6003950
k^{vi}x 3882,3	$k^{vii}k^{vi}x$ 162° 6¾	Sin. 9,9902765	cos. 9,3206914
U. 32451,5	Dk^{vi}x 153° 32¾	4,5906715	3,9210874
B. 40215,1	76° 46⅜	x — 38964,7	y — 8338,5
l. U. 4,5112348	m 13° 13⅝		
l. B. 4,6044000	n 10° 44⅜	k^{vi}D 4,5603105	EDk^{vi} 104° 33' 56'
9,9068348	k^{v}xD 23° 58	S. k^{vi} 9,6488299	xDk^{vi} 1° 29' 15'
tg. m 9,3711540	xDk^{v} 2° 29½	4,2091404	DDx 102° 4' 41'
tg. n 9,2779888	Dk^{vi}x 153° 32½	S. x 9,6087454	xDE 257° 55' 19'
	180° 0'	xD 4,6003950	

Punkt 35, durch k^{vi}, k^{vii}, k^{v}.

$k^{vi}xk^{vii}$ 9° 52½ α'	S. α 9,2030167	S. α 9,2030107	$k^{vii}k^{vi}x$ 156° 33½'
$k^{vii}k^{v}$ 1° 45 α''	A'' 3,0549501	A'' 3,5961152	$k^{vii}xk^{vi}$ 9° 52½'
$k^{v}k^{vii}k^{vi}$ 177° 33¼ α'''	S. α 9,2342620	S. α'' 8,4848979	$xk^{vi}k^{vii}$ 13° 34'
189° 11	1,4922888	1,2839798	180° 0'
170° 49 α	8,5077712	8,7160202	
	A' 3,5901152	A'' 3,0549501	$k^{v}k^{vi}x$ 3,5961152
$k^{vii}k^{vi}x$ 150° 39½	S. α'' 8,4848479	S. α' 9,2342620	S. k^{vi} 9,3702847
$xk^{v}k^{vii}$ 14° 15½	0,5887343	1,0052323	2,9663990
170° 49 α	3,8791298	10,1212070	S. x 9,2342620
	ct. α 6,1855867	ct. α 6,1855867	xk^{vi} 3,7321379
	ct. k^{vi} 2,3064569	ct. kv 3,9356263	

$k^{vi}D$	36333,8
xk^{vi}	5396,8
U.	30937,0
B.	41730,6
l. U.	4,4904782
l. B.	4,6204546
	9,8700236
tg. m	9,4576155
tg. n	9,3276391

$k^{vii}k^{vi}D$	8° 34
$k^{vii}k^{vi}x$	156° 33½
$Dk^{vi}x$	147° 59½
	73° 59½
m	16° 0¾
n	12° 0¼
$k^{vi}xD$	28° 0½
xDk^{vi}	4° 0
$Dk^{vi}x$	147° 59½
	180° 0

xD	4,6128932
Sin.	9,9925745
	4,6054677
x —	40315,1
$k^{vi}D$	4,5603105
S. k^{vi}	9,7243107
	4,2846212
S. x	9,6717280
xD	4,6128932

xD	4,6128932
cos.	9,2632829
	3,8761761
y —	7519,3
EDk^{vi}	104° 33′ 56′
xDk^{vi}	4° 0′ 0′
EDx	100° 33′ 56′
xDE	259° 26′ 4′

Punkt 36, durch k^{vi}, k^{vi}, k^{v}.

$k^{vi}xk^{vii}$	5° 59 α'
$k^{vii}xk^{v}$	1° 25½ α''
$k^{v}k^{vii}k^{i}$	177° 33½ α'''
	184° 58
	175° 2 α
$k^{vii}k^{v}x$	152° 34¼′
$xk^{v}k^{vi}$	22° 37¾′
	175° 2 α

S. α	8,9373983
A″	3,0549501
S. α	9,0180309
	1,0103793
	8,9896207
A′	3,5961152
S. α''	8,3956475
	0,9813634
	9,5803944
ct. α	11,5071540
ct. k^{vi}	1,9267596

S. α	8,9373983
A′	3,5981152
S. α''	8,3956475
	0,9291610
	9,0708390
A″	3,0549501
S. α'	9,0180309
	1,1438200
	13,9257961
ct. α	11,5071540
ct. k^{v}	2,4186421

$k^{vii}k^{vi}x$	152° 34¼
$k^{vi}xk^{vii}$	5° 59
$xk^{vii}x$	21° 26¾
	180° 0
$k^{vi}k^{vii}$	3,5961152
S. k^{vii}	9,5630317
	3,1591469
S. x	9,0180309
xk^{vi}	4,1411160

$k^{vi}D$	36333,8
$k^{vi}x$	13839,4
U.	22494,4
B.	50173,2
l. U.	4,3520744
l. B.	4,7004718
	9,6516026
tg. m	9,5117222
tg. n	9,1633248

$k^{vii}k^{vi}D$	8° 34
$k^{vii}k^{vi}x$	152° 34¼
$Dk^{vi}x$	144° 0¼
	72° 0⅛
m	17° 59⅞
n	8° 17⅛
$k^{vi}xD$	26° 17⅛
kDk^{vi}	9° 42⅝
$Dk^{vi}x$	44° 0¼
	180° 0

xD	4,6832359
Sin.	9,9984388
	4,6816747
x —	48047,9
$k^{vi}D$	4,8603105
S. K^{vi}	9,7691752
	4,3294857
S. x	9,6462498
xD	4,6832359

xD	4,6832359
cos.	8,9275715
	3,6108074
y —	4081,4
EDk^{vi}	104° 33′ 56″
xDk^{v}	9° 42′ 37″
EDx	94° 51′ 19″
xDE	165° 8′ 41″

Punkt 37, durch k^{vi}, k^{vii}, j' (j' = dem folgenden Punkt 38.)

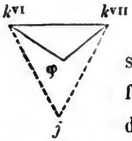
$k^{vii}xj'$	153° 23′
$xj'k^{vii}$	21° 7½′
$j'k^{vii}x$	5° 19½′
	180° 0′
$k^{vii}j'$	4,4308789
S. k^{vii}	8,9809164
	3,4117944
S. x	9,6512966
$j'x$	3,7604978

$k^{vi}j'$	23462,292
kj'	5761,009
U.	17701,292
B.	29223,292
l. U.	4,2480050
l. B.	4,4657292
	9,7822758
tg. m	10,8252853
tg. n	10,6075611

$xj'k^{vii}$	21° 7½′
$k^{vi}j'k^{vii}$	4° 7′
$xj'k^{vi}$	17° 0½′
	8° 30¼′
m	81° 29¾′
n	76° 8′
$j'k^{vi}x$	5° 21¾′
$k^{vi}xj'$	157° 37¾′
$xj'k^{vi}$	17° 0½′
	180° 0′

$k^{vi}j'$	4,3703704
S. j'	9,4661418
	3,8365122
S. x	9,5804684
$k^{vi}x$	4,2566438

$k^{VI}D$	36333,8	$Dk^{VI}j'$	142° 2′49″	xD	4,7196126	xD	4,7196126
$k^{VI}x$	18032,0	$j'k^{VI}x$	5°21′45″	Sin.	9,9989980	cos.	8,8315558
U.	18301,8	$Dk^{VI}x$	147°24′34″		4,7186106		3,5511684
B.	54365,8		73°42′17″	x	— 52313,2	x	— 3557,6
l. U.	4,2624938	m	16°17′43″				
l. B.	4,7353258	n	5°37′13,″4	$k^{VI}D$	4,5603105	EDk^{VI}	104°33′56″
	9,5271680	$k^{VI}xD$	21°54′56,″4	Sin. k^{V}	9,7312920	xDk^{VI}	10°40′30″
tg. m	9,4658749	xDk^{V}	10°40′29,″6		4,2916025	EDx	93°53′26″
tg. n	8,9930429	$Dk^{VI}x$	147°24′34′	S. x	9,5719894	xDE	266° 6′34″
			180° 0′ 0″	xD	4,7196126		



Wenn man den Punkt 36 φ nennt, so sind zur Bestimmung des 38sten Punkts (Einmündungskrug = j) folgende Stücke gegeben: $k^{VI}k^{VII}$; φk^{VII}; $\angle\ \varphi k^{VII}k^{VI}$; durch Messung bei φ: $k^{VII}\varphi j'$; bei j': $k^{VI}j'k^{VII}$; folglich hat man $k^{VII}k^{VI}j' - \varphi j'k^{VII} = k^{VII}\varphi j' - k^{VI}j'k^{VII} - \varphi k^{VII}k^{VI}$, und $\cos.\ [k^{VII}k^{VI}j' + \varphi j'k^{VII}] = \cos.\ [k^{VII}k^{VI}j' - \varphi j'k^{VII}]$ $- 2\ .\ \frac{\varphi k^{VII}}{k^{VI}k^{VII}}\ .\ \sin.\ k^{VII}\varphi j'\ .\ \sin.\ k^{VI}jk^{VII}$.

$k^{VI}j'k^{VII}$	4° 7	$k^{VI}k^{VII}$	3,5961152	$k^{VII}k^{VI}j'$	150°36 49,3	$k^{VII}\varphi j'$	169°15′ 0
$j'k^{VII}k^{VI}$	21°26¾		6,4038848	$k^{VI}j'k^{VII}$	4° 7	$\varphi j'k^{VII}$	6°55 34,3
	25°33¾	φk^{VII}	4,2414569	$j'k^{VII}k^{VI}$	25°16 10,7	$j'k^{VII}\varphi$	3°49 25,7
$k^{AII}\varphi j'$	169°15	S. $k^{VII}\varphi j'$	9,2707348	$k^{VI}k^{VII}$	3,5961152		180° 0 0
U.	143°41¼	S. $k^{VI}jk^{I}$	8,8560493	S. k^{VI}	9,6908121		
½ U.	71°50′37,5		8,7751258		3,2889273	$k^{VII}\varphi$	4,2414569
½ B.	78°46′11,8		0,0591733	S. j′	8,8560493	S. φ	9,2707348
$\varphi j'k^{VII}$	6°55′34,3		0,1183466	$j'k^{VII}$	4,4308780		3,5121917
$k^{VII}kj$	150°36′49,3	cos. U.	0,8057991	$k^{VI}k^{VII}$	3,5961152	S. j′	9,0813136
		cos. B.	0,9241457	S. k^{VII}	9,6303045	$j'k^{VII}$	4,4308781
		B =	157°32 23,6		3,2264197		
				S. j′	8,8560493		
				$j'k^{VI}$	4,3703704		

$k^{VI}D$	36333,776	$k^{VII}k^{VI}D$	8°34 0,34	j′D	4,7535907	j′D	4,7535907
$k^{VI}j'$	23462,292	$k^{VII}k^{VI}j'$	150°36 49,3	Sin.	9,9999979	cos.	7,4914825
U.	12871,484	$Dk^{VI}j'$	142° 2 49		4,7535886		2,2450732
B.	59196,068		71° 1 24,5	x	— 56700,7	y	— 175,82
l. U.	4,1096286	m	18°58 35,5				
l. B.	4,7766771	n	4°13 59,9	$k^{VI}D$	4,5603105	EDk^{VI}	104°[33 56,
	9,3329515	$k^{VI}j'D$	23°12′35,4	S. k^{VI}	9,7888862	jDk^{VI}	14°44 35,6
tg. m	9,5363922	$j'Dk^{VI}$	14°44 35,6		4,3491967	EDj′	89°49 20,4
tg. n	8,8693437	Dk^{Vt}	142° 2 49	S. j′	9,5956060	jDE	270°10 39,6
			180° 0 0	j′D	4,7535907		

Für die Entfernung des Ausmündungspunktes (*j*) von dem Einmündungspunkte (*j'*) ergibt sich folgende Bestimmung:

j'D	4,7535907	jDE	75° 44' 46,5	jj'	103278,74		
j'D	4,6750819	EDj'	89° 49' 20,4		68,84 Werst		
j'D	56701,000	jDj'	165° 34' 6,9				
jD	47389,477		82° 47' 3,45				
U.	9311,523	m	7° 12' 56,55				
B.	104090,477	n	0° 38' 56,06				
l. U.	3,9690206	Dj'j	6° 34' 0,49	jD	4,7535907	j'D	4,7535907
l. B.	5,0174110	j'jD	7° 51' 52,61	S. D	9,3965845	S. j'	9,0582807
	8,9516096	jDj'	165° 34' 6,90		4,1501752		3,8118714
tg. m	9,1024009		180° 0' 0,00	S. j	9,1361895	S. j'	9,1361895
tg. n	8,0540705			jj'	5,0139857	jD	4,6756819

Um die Punkte des Netzes der Krümmungen einer leichten Uebersicht zu unterwerfen, und zur Verzeichnung geschickter zu machen, sind aus ihren jedesmaligen Entfernungen xD und Winkeln xDE ihre rechtwinkligen Complemente berechnet, den Hauptstrich DE als die Axe der y, den darauf senkrechten als die Axe der x, den Hauptpunkt D als den Anfangspunkt der Complemente betrachtet und den x von Dorpat nach der Ausmündung zu, so wie den y von Dorpat nach Ecks zu, das positive, der entgegengesetzten das negative Zeichen gegeben. Die Sinus der Winkel xDE stehen demnach im Verhältniss mit x, und die Cosinus im Verhältniss mit y. Der Allgemeinheit wegen mögen hier auch noch die so berechneten Complemente der Punkte des Hauptnetzes stehen.

Rathshoffsche Steinwindmühle = *r*.

rD	3,3095448	rD	3,3095448	rD	3,3095448
EDr	20° 2' 36''	Sin.	9,5349530	cos.	9,9728661
rDE	339° 57' 24''		2,8444978		3,2824209
		x	— 699,033	y	+ 1916,07

Marrama = *r*.

mD	3,9526627	mD	3,9526627	mD	3,9526627
mDE	2° 45' 0''	Tin.	8,6810433	cos.	9,9994996
			2,6337060		3,9521623
		x	+ 430,235	y	+ 8956,994

Falkenauisches Wohngebäude = *F'*

F'D 4,1968457	F'D 4,1968457	F'D 4,1968457
F'DE 14° 8' 40"	Sin. 9,3880430	cos. 9,9866297
	3,5848887	4,1834754
	x + 3844,933	y + 15257,22

Kerrafer'sches Wohngebäude = *k*.

kD 4,3134134	kD 4,3134134	kD 4,3134134
kDE 50°·23' 50"5	Sin. 9,8867636	cos. 0,8044526
	4,2001770	4,1178660
	x + 15855,395	y + 13117,95

Thurm der Kawelechtkirche = *K*.

KD 4,5173841	KD 4,5143847	KD 4,5173841
KDE 86° 29' 54"	Sin. 9,9991884	cos. 8,7858818
	4,5165825	3,3032059
	x + 32852,808	y + 2010,323

Quistenthal = *q*.

qD 3,6384280	qD 3,6384280	qD 3,6384280
qDE 9° 48' 18",75	Sin. 9,2312122	cos. 9,9936093
	2,8696402	3,6320373
	x + 740,696	y + 4285,853

Forbushoff'sche Windmühle = *F'*

FD 3,8817846	FD 3,8817846	FD 3,8817846
xDE 18° 37' 0"	Sin. 9,5041105	cos. 9,9766597
	3,3858951	3,8584443
	x + 2431,617	y + 7218,455

Ilmazal'sche Hofriege = *i*.

iD 4,1123294	FD 4,1123294	iD 4,1123294
iDE 68° 40' 45"	Sin. 9,9692104	cos. 9,5606119
	4,0815398	3,6729413
	x + 12065,35	y + 4709,137

Ullila'sche Windmühle = *u*.

uD 4,3837720	uD 4,3837720	uD 4,3837720
uDE 80° 50' 30"	Sin. 9,9944281	cos. 9,2018427
	4,3782001	3,5856147
	x + 23889,13	y + 3851,653

Hoflage Tiro — *t*.

tD 4,5044876	tD 4,5044876	tD 4,5044876
tDE 78° 4′ 38″	Sin. 9,9905284	cos. 9,3151158
	4,4950160	3,8196034
	x + 31261,943	y + 6600,903

Der Wirrewkrug = *w*.

wD 4,6162431	wD 4,6162431	wD 4,6162431
wDE 76° 24′3,″6	Sin. 9,9876506	cos. 9,3712994
	4,6038937	2,9875425
	x + 40169,246	x + 9717,230

Die Ropkoi'sche Windmühle = *r′*

r′D 3,6433290	r′D 3,6433290	r′D 3,6433290
r′DE 171° 6′ 59″	Sin. 9,1887255	cos. 9,9947588
	2,8320545	3,6380878
	x + 679,89	y + 4345,981

Der Timmofer'sche Krug = *t′*.

t′D 3,9412642	t′D 3,9412642	t′D 3,9412642
EDt′ 151° 24′ 17,″4	Sin. 9,8799888	cos. 9,9435060
t′DE 208° 35′42,″6	3,6212530	3,8847702
	x — 4180,74	y + 7669,555

Die Lunia'sche Kapelle = *l′*.

lD 4,1319836	lD 4,1319836	lD 4,1319836
EDl 115° 15′ 24,″9	Sin. 9,4563622	cos. 9,6301002
lDE 244° 44′ 35,″1	4,0883458	3,6720838
	x — 12252,92	x — 5782,075

Das Sarrakus'sche Wohngebäude = *s*.

sD 4,2853781	sD 4,2853781	sD 4,2853781
EDs 110° 241′ 16″	Sin. 9,9718578	cos. 0,5423831
sDE 249° 35′ 44″	4,2572359	3,8277612
	x — 18081,56	y — 6726,07

Die Karlowa'sche Windmühle = *k′*.

3,3765435	3,3765435	3,3765435
162° 10′ 15,7	9,4859721	9,9786254
197° 49′ 44,3	2,8625156	3,3551689
	— 728,6443	— 2265,525

36

Die Wassola'sche Windmühle — w'.

w'D	3,8562217	w D	3,8562217	w'D	3,8562217
EDw'	120° 15' 49,"9	Sin.	9,9363698	cos.	9,7024159
w'DE	239° 44' 10,"1		3,7925915		3,5586376
		x —	6202,853	y —	3619,208

Die Kabbina'sche Windmühle = k''.

k''D	4,0021083	k''D	4,0021083	k''D	4,0021083
EDk''	137° 40' 55,15	Sin.	9,8281731	cos.	8,8688909
k''DE	222° 19' 4,85		3,8302814		3,8769992
		x —	6765,212	y —	7430,18

Die Lunia'sche Windmühle — l'.

l'D	4,1339456	l'D	4,1339456	l'D	4,1339456
EDl'	122° 23' 37,"4	Sin.	9,9265414	cos.	9,7289494
l'DE	237° 36' 22,"6		4,0604870		3,8628950
		x —	11494,42	y —	7292,86

Die Mäkshoff'sche Windmühle = m'.

m'D	4,3750323	m'D	4,3750323	m'D	4,3750323
EDm'	104° 15' 27,2	Sin.	9,9864128	cos.	9,3914311
m'DE	255° 44' 32,8		4,3614451		3,7664636
		x —	22985,03	y —	5840,680

Der Karbi-Krug = k^{VI}.

k^{VI}D	4,2796186	k^{VI}D	4,2796186	k^{VI}D	4,2796186
EDk^{VI}	108° 56' 54,7	Sin.	9,9758032	cos.	9,5115072
k^{VI}DE	251° 3' 5,3		4,2554218		3,7911258
		x —	18006,2	y —	6181,954

Die Kawast'sche Windmühle = k^{IV}.

kD	4,4759604	kD	4,4759604	kD	4,4759604
EDk	101° 35' 15,2	Sin.	9,9910571	cos.	0,3029045
kDE	258° 24' 44,8		4,4676175		3,7788649
		x --	29310,11	y —	6009,87

Die Kaster'sche Windmühle = k^{v}.

	kD 4,4957128	kD	4,4957128	kD	4,4957128
EDk	105° 51' 45,9	Sin.	9,9831386	cos.	9,4366935
k'DE	254° 8' 14,1		4,4788514		3,9324063
		x —	30119,75	y —	8558,67

Der Kansi Krug = k^{VI}.

kD	4,5603105	kD	4,5603105	kD	4,5603105
EDk	104° 33′ 56″	Sin.	9,9858128	cos.	9,4605165
kDE	255° 29′ 4″		4,5461233		3,9608270
		x —	35166,03	y —	9137,492

Das Kaster'sche Wohngebäude = k^{VII}.

kD	4,5110521	kD	4,5110521	kD	4,5110521
EDk	105° 36′ 13,5	Sin.	9,9836917	cos.	9,4297245
kDE	254° 23′ 46,5		4,4947438		3,9407766
		x —	31242,36	y —	8725,227

Das vierte Hauptgeschäft.

Es wurde bei mittlerem Wasserstande auf die oben in der Einleitung beschriebene Art, mit einem einfachen Seile bewerkstelligt, das bei jeder dritten Arschin in den Fluss eingesenkt ward. An dem Ende dieses Seiles war ein nach unten zu spitzköpfiges, 5 Pfund schweres Bleigewicht befestigt. Von der untern Spitze dieses Bleigewichtes an nach oben zu war das Seil in 30 gleiche Theile eingetheilt, und an den Endpunkt jedes solchen Theiles ein schmales Brettchen, mit der zugehörigen Zahl angebracht. Jeder Theil enthielt $^6/_{10}$ Arschinen. Die Verpeilung geschah gewöhnlich nur an solchen Stellen des Flusses, die zum Netze der Krümmungen gehörten, zuweilen aber auch noch zwischen denselben, wenn die Umstände es erforderten. Wenn das eine oder andere Ufer in den Fluss hinein mit Schilfgras bewachsen war, so wurde erst da die Verpeilung angefangen, wo dasselbe aufhörte, ohne jedoch deshalb die Breite zu verringern. In den folgenden Angaben zeigt die erste Säule jedes Punktes die **Breite** in Arschinen, die zweite und dritte die **Tiefe** in Seiltheilen und in Arschinen an. Der Buchstabe *r* zeigt an, dass am rechten, *l*, dass am linken Ufer die Verpeilung angefangen wurde.

1. r.

3	1¼	0,75
6	6	3,60
9	7	4,20
12	8	4,80
15	8¾	5,25
18	8¼	4,95
21	8½	5,10
24	8¼	4,95
27	8¼	4,95
30	7¾	4,65
33	7¾	4,65
36	7½	4,50
39	7½	4,50
42	7½	4,50
45	7¾	4,65
48	7¼	4,35
51	7	4,20
54	6¾	4,05
57	6½	3,90
60	6¼	3,75
63	6¼	3,75
66	5¾	3,45
69	3	1,80
72		

2. r.

3	1½	0,90
6	2¼	1,35
9	5½	3,30
12	5¾	3,45
15	5¾	3,45
18	6¼	3,75
21	7	4,20
24	6¾	4,05
27	6¾	4,05
30	6¼	3,75
33	6¾	4,05
36	7¼	4,35
39	8½	5,10
42	7¼	4,35
45	7¼	4,35
48	7¼	4,35
51	6¾	4,05
54	6½	3,90
57	6½	3,90
60	6	3,60
63	5¾	3,45
66	5¼	3,15
69	3¾	2,25
72	2	1,20
75	—	—

2a. r.

3	2½	1,50
6	4¾	2,85
9	5¼	3,15
12	5¾	3,45
15	6	3,60
18	6¼	3,75
21	5¾	3,45
24	5¾	3,45
27	5½	3,30
30	5¾	3,45
33	6½	3,90
36	6½	3,90
39	6¾	4,05
42	7	4,20
45	7	4,20
48	7	4,20
51	7	4,20
54	6½	3,90
57	6½	3,90
60	6¼	3,75
63	6	3,60
66	5½	3,30
69	5	3,00
72	4¾	2,85
75	4¼	2,55
78	3¼	1,95
81		

3. r.

3	—	—
6	—	—
9	2½	1,50
12	2½	1,50
15	2¾	1,65
18	3⅙	1,90
21	3½	2,10
24	3¼	1,95
27	3¾	2,25
30	3½	2,10
33	3	1,80
36	3	1,80
39	3¾	2,25
42	3¾	2,25
45	3¾	2,25
48	3½	2,10
51	3½	2,10
54	3½	2,10
57	4	2,40
60	4¼	2,55
63	4¼	2,55
66	4¼	2,55
69	3¾	2,25
72	3½	2,10
75	3¼	1,95
78	2¾	1,65
31	2½	1,50
84	3	1,80
87	2¾	1,65
90	2½	1,50
92	—	—

4. r.

3	1	0,60
6	2¼	1,35
9	2½	1,50
12	3¼	1,95
15	3¾	2,25
18	4	2,40
21	4¼	2,55
24	4⅚	2,90
27	5	3,00
30	5½	3,30
33	5½	3,30
36	5¼	3,15
39	5¼	3,15
42	6¾	4,05
45	6¾	4,05
48	6¾	4,05
51	6½	3,90
54	6½	3,90
57	6¼	3,75
60	5¾	3,45
63	5¼	3,15
66	4⅚	2,90
69	4	2,40
72	2¼	1,35
75	—	—

5. l.

3	0¼	0,15
6	0½	0,30
9	1	0,60
12	1	0,60
15	0¾	0,45
18	1½	0,90
21	1¾	1,05
24	2	1,20
27	2	1,20
30	2½	1,50
33	4	2,40
36	4	2,40
39	3	1,80
42	2	1,20
45	2¼	1,35
48	1¾	1,05
51	2½	1,50
54	3¼	1,95
57	3½	2,10
60	3½	2,10
63	3¾	2,25
66	3½	2,10
69	3¾	2,25
72	3½	2,10
75	—	

5a. r.

3	—	—
6	1½	0,90
9	1¾	1,05
12	1¾	1,05
15	1½	0,90
18	3½	2,10
21	5	3,00
24	5¾	3,45
27	6¼	3,75
30	6¼	3,75
33	6½	3,90
36	7	4,20
39	7½	4,50
42	7¾	4,65
45	7¼	4,35
48	6½	3,90
51	6½	3,90
54	6	3,60
57	3½	2,10
60	—	—

5b. *l.* l.

3	1	0,60
6	2	1,20
9	2½	1,50
12	2½	1,50
15	2	1,20
18	2	1,20
21	2½	1,50
24	2½	1,50
27	2	1,20
30	2½	1,50
33	2¼	1,25
36	2	1,20
39	2¾	1,65
42	2¾	1,65
45	3½	2,10
48	3	1,80
51	3	1,80
54	2¾	1,65

57	2¾	1,65
60	2½	1,50

5b. II. г.

1½	1½	0,90
3	2½	1,50
4½	2¾	1,65
6	3	1,80
7½	2¾	1,65
9	2	1,20
10½	3¼	1,95
12	3	1,80
13½	3	1,80
15	2¾	1,65
16½	2½	1,50
18	2½	1,50
19½	0½	0,30
21	—	—

6. l.

3	4	2,40
6	5	3,00
9	5½	3,30
12	6	3,60
15	6¼	3,75
18	6¾	4,05
21	7¼	4,35
24	8¼	4,95
27	8½	5,10
30	8¾	5,25
33	8½	5,10
36	7½	4,50
39	7	4,20
42	5	3,00
45	1½	0,90
48	—	—

7. г.

3	3½	2,10
6	5	3,00
9	5½	3,30
12	5¾	3,45
15	6	3,60
18	6¼	3,75
21	6	3,60
24	7	4,20
27	6¼	3,75
30	6	3,60
33	6¼	3,75
36	6½	3,90
39	6	3,60
42	3	1,80
45	—	—

8. l.

1½	4½	2,70
4½	7½	4,50
7½	8½	5,10
10½	9	5,40
13½	9	5,40
16½	8½	5,10
19½	7¾	4,65
22½	7	4,20
25½	6	3,60
28½	4¾	2,85
30	3	1,80
31½	—	—

9. г.

3	2¼	1,35
6	2½	1,50
9	3½	2,10
12	5	3,00
15	5	3,00
18	5¼	3,15
21	5¼	3,15
24	5¼	3,15
27	5½	3,30
30	5¾	3,45
33	6¼	3,75
36	6½	3,90
39	6¾	4,05
42	7	4,20
45	7¼	4,35
48	7½	4,50
51	8	4,80
54	8½	5,10
57	9¼	5,55
60	10¼	6,15
63	11	6,60
66	11	6,60
69	11	6,60
72	11	6,60
75	10¾	6,45
78	10½	6,30
81	10½	6,30
84	10½	6,30
87	10½	6,30
90	10¾	6,45
93	11½	6,90
96	12½	7,50
99	12	7,20
102	8¼	4,95
105	7	4,20
108	4	2,40
111	—	—

10. l.

1½	1½	0,90
4½	4½	2,70
7½	6	3,60
10½	7	4,20
13½	7½	4,50
16½	8	4,80
19½	8	4,80
22½	8	4,80
25½	7¾	4,65
28½	7¼	4,35
31½	6½	3,90
34½	4½	2,70
36	—	—

11. г. I.

3	1½	0,90
6	3¾	2,25
9	5½	3,30
12	8	4,80
15	10	6,30
18	12¾	7,65
21	13	7,80
24	12½	7,50
27	10¼	6,15
30	8¼	4,95
33	9	5,40
36	10½	6,30
39	9¾	5,85
42	8	4,80
45	5	5,00
46½	3	1,80
48	—	—

11. II. г.

1½	4	2,40
3	4	2,40
4½	3	1,80
6	7	4,20
7½	7	4,20
9	9	5,40
10½	8	4,80
12	7	4,20
13½	6	3,60
15	4¾	2,85
16½	3½	2,10
18	2	1,20

12. г.

3	6¾	4,05
6	8¾	5,25
9	10¾	6,45
12	11	6,60
15	10	6,00
18	9¼	5,55
21	8½	6,10
24	8	4,80
27	6¾	4,05
30	6	3,60
33	5½	3,30
36	4¼	2,55
39	1¾	1,05
41	—	—

13. l.

3	3½	2,10
6	6¾	4,05
9	8	4,80
12	8	4,80
15	9¾	5,85
18	9	5,40
21	7¾	4,65
24	6	3,60
27	5¼	3,15
30	8	4,80
33	11	6,60
36	13	7,80
39	12	7,20
40½	10	6,00
42	10	6,00
43½	4	2,40
45	—	—

14. г.

1½	2	1,20
3	3½	2,10
6	4	2,40
9	4¾	2,85
12	5	3,00
15	5½	3,30
18	5¾	3,45
21	5¾	3,45
24	5½	3,30
27	4¾	2,85
30	2½	1,50
32	—	—

15. г.

3	1½	0,90
6	3¾	2,25
9	6	3,60
12	8¾	5,25
15	10¾	6,45
18	12½	7,50
21	13¾	8,25

24	15	9,00
27	15	9,00
30	14¼	8,55
33	13¼	7,95
36	13	7,80
39	11	6,60
42	10¾	6,45
45	10½	6,30
48	8	4,80
51	6¼	3,75
54	3½	2,10
57	—	—

16. l.

1½	1½	0,90
4½	3¼	1,95
7½	4¼	2,55
10½	4¼	2,55
13½	4½	2,70
16½	5	3,00
19½	5¼	3,15
22½	5¾	3,45
25½	6¾	4,05
28½	6¾	4,05
31½	7	4,20
34½	7¼	4,35
37½	7¾	4,65
40½	8	4,80
43½	6¾	4,05
46½	4¾	2,85
48	3	2,10
50	—	—

17. l.

1½	2½	1,50
3	3¾	2,25
6	4	2,40
9	4¼	2,55
12	4½	2,70
15	4¾	2,85
18	5¼	3,15
21	5½	3,30
24	5½	3,30
27	5¾	3,45
30	6	3,60
33	6¼	3,75
36	5¾	3,45
39	3½	2,10
40½	2	1,20
42	—	—

18. l.

3	1¼	0,75
6	4	2,40
9	5¼	3,15
12	5¾	3,45
15	6¼	3,75
18	6¼	3,75
21	6¼	3,75
24	6¼	3,75
27	6½	3,90
30	6½	3,90
33	7	4,20
36	7	4,20
39	7	4,20
42	5¼	3,15
45	3¼	1,95
48	—	—

19. l.

1½	4½	2,70
3	5	3,00
6	6	3,60
9	6¾	4,05
12	7	4,20
15	7½	4,50
18	7½	4,50
21	7½	4,50
24	7½	4,50
27	7¼	4,35
30	6¾	4,05
33	6	3,60
36	5¼	3,15
39	5	3,00
42	3¼	1,95
45	1	0,60

20. r.

3	½	0,30
6	2	1,20
9	3½	2,10
12	4½	2,70
15	4½	2,70
18	4½	2,70
21	4¾	2,85
24	5	3,00
27	5	3,00
30	4¾	2,85
33	4¾	2,85
36	4¾	2,85
39	4¾	2,85
42	4½	2,70
45	3¾	2,25
48	2¾	1,65
50	—	—

21. l.

1½	1¾	1,05
4½	2¼	1,35
7½	6	3,60
10½	6¾	4,05
13½	5	3,00
16½	5	3,00
19½	6	3,60
22½	6¼	3,75
25½	5¾	3,45
28½	5¼	3,15
31½	4½	2,70
34½	3¾	2,25
37½	3¼	1,95
40½	3	1,80
43½	2¾	1,05
46½	3¼	1,95
49½	2½	1,50
51	—	—

22. *I.* l.

1½	1½	0,90
3	3¾	2,25
6	5¾	3,45
9	7¾	4,65
12	8	4,80
15	8½	5,10
18	8¾	5,25
21	8½	5,10
24	7¾	4,65
27	6½	3,30
30	5¾	3,45
33	5¼	3,15
36	3½	2,10
39	3	1,80
42	1½	0,90
45	—	—

22. *II.* l.

3	3½	2,10
6	6½	3,90
9	7	4,20
12	7¾	4,65
15	8	4,80
18	8	4,80
21	8¼	4,95
24	8½	5,10
27	8¾	5,25
30	9	5,40
33	9¼	5,55
36	8½	5,10
39	7¾	4,65
42	6¾	4,05
45	5½	3,30
48	3¾	2,25
51	2	1,20
54	1	0,60
57	—	—

22. *III.* l.

1½	3	1,80
4½	6	3,60
7½	6	3,60
10½	5¼	3,15
13½	4¾	2,85
16½	4	2,40
19½	3¾	2,25
22½	2¾	1,65
25½	1	0,60
27	—	—

23. l.

1	1½	0,90
3	3	1,80
6	4	2,40
9	5½	3,30
12	6¼	3,75
15	7	4,20
18	7½	4,50
21	7¼	4,35
24	5½	3,30
27	2¼	1,35

24. r.

3	2¼	1,35
6	6¼	3,75
9	8	4,80
12	8	4,80
15	7	4,20
18	6	3,00
21	5¼	3,15
24	4¾	2,85
27	4½	2,70
30	4	2,40
33	3	1,80
36	3	1,80
39	2½	1,50
42	3	1,80
45	2	1,20
48	2	1,20
51	1½	0,90
54	1½	0,90
57	1¼	0,75
60	1	0,60
63	½	0,30

66	½	0,30
69	½	0,30
72	½	0,30
75	¼	0,15
78	¼	0,15
81	¼	0,15
84	—	—
87	—	—
90	—	—

25. r.

3	½	0,30
6	2	1,20
9	4¼	2,55
12	5½	3,30
15	6½	3,90
18	6¾	4,05
21	7¼	4,35
24	7¼	4,35
27	7	4,20
30	6¾	4,05
33	6½	3,90
36	6½	3,90
39	6	3,60
42	5½	3,30
45	5¾	3,45
48	5½	3,30
51	5½	3,30
54	5¼	3,15
57	5¼	3,15
60	5¼	3,15
63	5¼	3,00
66	5¼	3,15
69	4¾	2,85
72	4¾	2,85
75	4¾	2,85
78	4¾	2,85
81	4¾	2,85
84	5	3,00
87	4½	2,70
90	1½	0,90
91½	1	0,60
93	—	—

26. l.

1½	1½	0,90
4½	2½	1,50
7½	2½	1,50
10½	2¾	1,65
13½	3	1,80
16½	3	1,80
19½	3¾	2,25
22½	4	2,40
25½	4¼	2,55
28½	4½	2,70
31½	4¾	2,85
34½	4¾	2,85
37½	4½	2,70
40½	4¾	2,85
43½	5	3,00
46½	5	3,00
49½	5	3,00
52½	4½	2,70
55½	4¼	2,55
58½	4	2,40
61½	2¾	1,65
64½	2¼	1,35
67½	1½	0,90
70½	1½	0,90
73½	1¼	0,75
76½	1	0,60
79	—	—

26b. l.

3	0½	0,30
6	0½	0,30
9	1	0,60
12	1¼	0,75
15	1¾	1,05
18	2	1,20
21	2¼	1,35
24	2½	1,50
27	3½	2,10
30	4	2,40
33	4¼	2,55
36	4½	2,70
39	4¾	2,85
42	5	3,00
45	4¾	2,85
48	4¾	2,85
51	5	3,00
54	5½	3,30
57	5¾	3,45
60	5¼	3,15
63	4¾	2,85
66	4¼	2,55
69	4	2,40
72	3¼	1,95
75	0½	0,30
77	—	—

27. l.

1½	1	0,60
4½	2	1,20
7½	4¾	2,85
10½	7½	4,50
13½	9	5,40
16½	10	6,00
19½	10	6,00
22½	10	6,00
25½	10¼	6,15
28½	10	6,00
31½	10	6,00
34½	9½	5,70
37½	8¾	5,25
40½	8	4,80
43½	7¼	4,35
46½	6	3,60
49½	5	3,00
52½	3½	2,10
55½	2¼	1,35
58½	—	—

28 l.

3	1	0,60
6	2¾	1,65
9	4	2,40
12	5	3,00
15	5	3,00
18	5¼	3,15
21	6	3,60
24	6	3,60
27	6	3,60
30	5¾	3,45
33	6¾	4,05
36	7¼	4,35
39	6¾	4,05
42	6½	3,90
45	6½	3,90
48	7	4,20
51	7	4,20
54	7¼	4,35
57	7¼	4,35
60	7	4,20
63	7½	4,50
66	7¾	4,65
69	7	4,20
72	4	2,40
73½	1½	0,90
75	—	—

29b. l.

3	½	0,30
6	2½	1,50
9	5	3,00
12	6	3,60
15	6½	3,90
18	7¼	4,35
21	7¾	4,65
24	7½	4,50
27	6¾	4,05
30	6¾	4,05
33	6½	3,90
36	7¼	4,35
39	7¾	4,65
42	8	4,80
45	9	5,40
48	9½	5,70
51	10	6,00
54	10¼	6,15
57	10	6,00
60	9¼	5,55
63	8¾	5,25
66	8¾	5,25
69	7½	4,50
72	6¼	3,75
75	4¼	2,55
78	1½	0,90
81	½	0,30
84	—	—

30. l.

1	1	0,60
2	3¼	1,95
6	4¾	2,85
9	5¼	3,15
12	7	4,20
15	7¾	4,65
18	8½	5,10
21	8½	5,10
24	8½	5,10
27	8¼	4,95
30	8½	5,10
33	8½	5,10
36	8½	5,10
39	8½	5,10
42	8½	5,10
45	8¾	5,25
48	8¾	5,25
51	8¾	5,25
54	8	4,80
57	7½	4,50
60	7¼	4,35
63	7	4,20
66	6¾	4,05
69	6½	3,90
72	6¼	3,75
75	6	3,60
78	5¾	3,45
81	5¾	3,45
84	5¼	3,15

87	1½	0,90
90	—	

31. l.

3	1	0,60
6	4	2,40
9	5¾	3,45
12	7	4,20
15	7¼	4,35
18	8	4,80
21	8¼	4,95
24	9	5,40
27	9¾	5,85
30	10¾	6,45
33	11¼	6,75
36	11	6,60
39	11	6,60
42	11	6,60
45	10¾	6,45
48	10¾	6,45
51	11	6,60
54	11¼	6,75
57	11½	6,90
60	11½	6,90
63	11½	6,90
66	11¼	6,75
69	11¼	6,75
72	11	6,60
75	11	6,60
78	10¼	6,15
81	9¼	5,55
84	7¼	4,35
87	6	3,60
90	2½	1,50
93	1¼	0,75
96	½	0,30
99	—	—

32. l.

3	1¾	1,05
6	4¾	2,85
9	7½	4,50
12	9½	5,70
15	11	6,60
18	12½	7,50
21	13½	8,10
24	13	7,80
27	13¼	7,95
30	13	7,80
33	13	7,80
36	13	7,80
39	13	7,80
42	13	7,80
45	12¾	7,65
48	12¾	7,65
51	12½	7,50
54	12¼	7,35
57	12	7,20
60	12	7,20
63	11½	6,90
66	10¾	6,45
69	10	6,00
72	9	5,40
75	7¾	4,65
78	5¼	3,15
81	2¼	1,35
84	1	6,60
87	—	—
90	—	—

32*a*.

1	4	2,40
2	4¼	2,55
3	4½	2,70
4	4	2,40
5	4½	2,70
6	4	2,40
7	3	1,80
8	3¾	2,25
9	3½	2,10
10	3¼	1,95
11	2½	1,50
12	3¾	2,25
13	2½	1,50
14	2¼	1,35
15	3¾	2,25
—	—	—
α	6½	3,90
β	8	4,80
γ	8	4,80
a	0¾	0,45
b	0¼	0,15

33. r.

3		0,30
6	1	0,60
9	1½	0,90
12	3¼	1,95
15	6	3,60
18	7½	4,50
21	8	4,80
24	8½	5,10
27	8¾	5,25
30	9¼	5,55
33	10	6,00
36	10½	6,30
39	11	6,60
42	11¾	7,05
45	12½	7,50
48	12¾	7,65
51	13	7,80
54	13	7,80
57	13¼	7,95
60	13¼	7,95
63	12½	7,50
66	11½	6,90
69	9¼	5,55
72	7½	4,50
75	6	3,60
78	4¾	2,85
81	2¾	1,65
84	1¼	0,75
87	1½	0,90
90	—	—

34. *I.* l.

1	0½	0,30
3	1¾	1,65
6	3¾	2,15
9	8	4,80
12	10¾	6,45
15	11¾	7,05
18	11	6,60
21	11¾	7,05
24	13	7,80
27	14	8,40
30	14¼	8,55
33	14½	8,70
36	15	9,00
39	15¼	9,15
42	15½	9,30
45	15½	9,30
48	15½	9,30
51	15¼	9,15
54	15¼	9,15
57	15	9,00
60	14¾	8,85
63	14¾	8,85
66	14½	8,70
69	14½	8,70
72	14¼	8,55
75	14	8,40
78	13¾	8,25
81	12¾	7,65
84	12¾	7,65
87	11	6,60
90	9½	5,70
93	8½	5,10
96	8	4,80
99	7¼	4,35
102	6½	3,90
105	5¾	3,45
108	3	1,80
111	1	0,60
114	—	—

34. *II.* l.

1	0¾	0,45
3	2½	1,50
6	3½	2,10
9	4¼	2,55
12	4	2,40
15	3¼	1,95
16½	1½	0,90
18	—	—

35. r.

1½	0½	0,30
4½	1¼	0,75
7½	7	4,20
10½	9	5,40
13½	11	6,60
16½	12½	7,50
19½	13	7,80
22½	14	8,40
25½	14½	8,70
28½	15	9,00
31½	14¾	8,85
34½	14¾	8,85
37½	15¼	9,15
40½	16¼	9,75
43½	17	10,20
46½	17½	10,50
49½	17½	10,50
52½	17½	10,50
55½	17½	10,50
58½	17	10,20
61½	16½	9,90
64½	16¼	9,75
67½	16	9,60
70½	15¾	9,45
73½	15¾	9,45
76½	16	9,60
79½	16	9,60
82½	16¼	9,75
85½	16¼	9,75
88½	16¾	10,05
91½	16¼	9,75
94½	15	9,00
97½	12¼	7,35

100½	10	6,00
102	7	4,20
103½	4	2,40
105	½	0,30

35. *II.* l.

1½	0½	0,30
4½	4	2,40
7½	7	4,20
10½	8¾	5,25
13½	9¼	5,55
16½	9½	5,70
19½	8	4,80
22½	8¼	4,90
25½	6	3,60
27½	5	3,00
28½	3	1,85
30	—	—

35*a*. *I.* l.

1½	0½	0,30
3	1½	0,90
6	4¼	2,55
9	6	3,60
12	7½	4,50
15	8¼	4,95
18	9	5,40
21	10	6,00
24	11¼	6,75
27	12¼	7,35
30	13¼	7,95
33	14¼	8,55
36	15¼	9,15
39	16	9,60
42	16¾	10.05
45	17	10,20
48	16½	9,90
51	16½	9,90
54	16	9,60
57	16	9,60
60	15¾	9,45
63	15½	9,30
66	15¼	9,15
69	15¼	9,15
72	15	9,00
75	15	9,00
78	15¼	9,15
81	14½	8,70
82½	13	7,80
83	8¾	5,25
84	1	0,60
86	—	—

35*a*. *II.* l.

1½	0½	0,30
3	1	0,60
6	1¼	0,75
9	1¾	1,05
12	3	1,80
15	4½	2,70
18	6	3,60
21	7	4,20
24	8	4,80
27	9	5,40
30	9¾	5,85
33	9¾	5,85
36	9¾	5,85
39	10	6,00
42	10	6,00
45	10	6,00
48	9¼	5,55
51	8	4,80
54	6	3,60
57	4¼	2,55
60	1	0,60
61½	0½	0,30
63	—	—

36 l.

3	0¼	0,15
6	1	0,60
9	2	1,20
12	4	2,40
15	6½	3,90
18	7¾	4,65
21	8¾	5,25
24	9¾	5,85
27	10½	6,30
30	11	6,60
33	12	7,20
36	12½	7,50
39	13¼	7,95
42	13¾	8,25
45	14	8,40
48	14¼	8,55
51	14½	8,70
54	14¾	8,85
57	15	9,00
60	15	9,00
63	15	9,00
66	15	9,00
69	14¾	8,85
72	14¾	8,85
75	14½	8,70
78	14	8,40
81	13¼	7,95
84	11¾	7,05
87	9¼	5,55
90	6¾	4,05
93	1½	0,90
96	0½	0,30

37. *I.* r.

1	1½	0,90
2	6½	3,90
3	12	7,20
6	13	7,80
9	14	8,40
12	15¼	9,15
15	19½	11,70
18	21	12,60
21	22	13,20
24	22½	13,50
27	22½	13,50
30	22½	13,50
33	22	13,20
36	21¼	12,75
39	20½	12,30
42	20	12,00
45	19	11,40
48	16¾	10,05
51	14¾	8,85
54	12¾	7,65
57	11	6,60
60	9	5,40
63	7¼	4,35
66	6¼	3,75
69	5¼	3,15
72	4½	2,70
75	5¼	3,15
78	7¾	4,65
81	9¾	5,85
84	11½	6,90
87	11½	6,90
90	9	5,40
91½	7	4,20
93	5¼	3,15
94½	1	0,60
95	—	—

37. *II.* r.

3	0½	0,30
6	1¼	0,75
9	1½	0,90
12	2	1,20
15	2¾	1,65
18	3¾	2,25
21	5¾	3,45
24	6½	3,90
27	6½	3,90
30	7	4,20
33	7¼	4,35
36	7¾	4,65
39	9	5,40
42	10	6,00
45	11½	6,90
48	10¾	6,45
51	10	6,00
54	9½	5,70
57	8	4,80
60	8¾	4,05
63	5	3,00
66	2¾	1,65
69	1½	0,90
70	—	—

37. *III.* r.

3	1	0,60
6	1½	0,90
9	1¾	1,05
12	1½	0,90
13½	0½	0,30
14	—	—

38. r.

3	—	—
6	0¼	0,15
9	0½	0,30
12	0½	0,30
15	0¾	0,45
18	1	0,60
21	1½	0,90
24	2	1,20
27	3	1,80
30	4½	2,70
33	5¾	3,45
36	6¾	4,05
39	7	4,20
42	7¾	4,65
45	8	4,80
48	8¼	4,95
51	8¾	5,25
54	9	5,40
57	9¼	5,55
60	9¾	5,85
63	10	6,00
66	10¼	6,15
69	10¾	6,45

72	11¼	6,75	123	12	7,50	30	10	6,00	81	12	7,20
75	11¾	7,05	124	3½	2,10	33	10½	6,30	84	11¾	7,05
78	12¼	7,35	126	1	1,05	36	11	6,60	87	11	6,60
81	13	7,80	128	1	0,60	39	11½	6,90	90	10¼	6,15
84	13½	8,10	130	—	—	42	11¾	7,05	93	9¾	5,85
87	14	8,40				45	12	7,20	96	9	5,40
90	14½	8,70		38*a*. I.		48	12	7,20	99	8¼	4,45
93	15¼	9,15				51	12¼	7,35	102	7¾	4,65
96	15¾	9,45	3	1	0,60	54	12¾	7,65	105	6¾	4,02
99	16	9,60	6	1¼	0,75	57	12¾	7,65	108	5¾	3,45
102	16½	9,90	9	2	1,20	60	13	7,80	111	4¾	2,85
105	16¾	10,05	12	3½	2,10	63	13¼	7,95	114	3	1,80
108	17	10,20	15	5	3,00	66	13¼	7,95	115½	2	1,20
111	17	10,20	18	6½	3,90	69	13	7,80	117	1	0,90
114	17¼	10,35	21	7½	4,50	72	12¾	7,65	120	—	—
117	16¾	10,05	24	8¼	4,95	75	12¼	7,35			
120	14¾	8,85	27	9¼	5,55	78	12	7,20			

Anmerkungen zu diesen Verpeilungen.

Zu 3. Vom Jöggisukruge ungefähr 100 Schritte aufwärts, dem rechten Ufer nahe, befindet sich ein grosser Stein im Embache, der gegen 5 Fuss über die Wasserfläche hervorragt. In diesem Querschnitt geschah die Verpeilung.

Zu 5. Die Verpeilung geschah etwas oberhalb der Insel, die nicht weit von der Falkenau'schen Wassermühle liegt, an der breitesten Stelle zwischen grossen Steinen.

Zu 5*b*. Der Fluss bildet in dieser Gegend zwei Arme. Die Insel in der Mitte, mit feinem weissgrauen Sande bespült, und so wie jede im Embach entstandene, mit Schilfgras bewachsen, dehnt sich der Breite nach immer mehr gegen das rechte Ufer hin aus, und soll durch eine Versenkung zu Zeiten Kaiser Peters des Grossen entstanden sein. Der rechte seichtere aber breitere Strom hat kaum noch 1 Fuss Wassertiefe, und ist daher selbst mit Nachen nur mühsam fahrbar. Der linke und schmälere Arm ist fahrbar, hat aber doch auch eine seichte Stelle (deren Verpeilung unter II.), so dass beladene grössere Böte mit Anstrengung hinunter gezogen werden müssen. Der Querschnitt der vereinigten Arme unmittelbar hinter der Insel hat die Verpeilung I.

Zu 6. Die Verpeilung geschah etwas oberhalb des Kerrafer'schen Kanals, in dem Querschnitte der Vereinigung des Ilmazalbachs mit dem Embache.

Zu 11. Bei diesem Punkte befindet sich ein Durchstich, welcher vor ungefähr 30 Jahren einer starken, obgleich kurzen Flusskrümmung wegen, die rechts herum geht, gegraben worden. Er war damals viel enger, seichter und länger. Jetzt hat ihn der Strom beträchtlich ausgewaschen, indem er darin sein eingeengtes Bett wieder zu gewinnen sucht.

Zu 14. Auch die Punkte 14 und 15 sind durch einen obgleich viel längern und ältern Durchstich mit einander verbunden, um eine links herumgehende beträchtliche Flusskrümmung zu vermeiden, die der alte Fluss heisst. Dieser Durchstich hat sich ebenfalls nicht allein beträchtlich verbreitet und vertieft, sondern auch durch die ohne Ordnung und Regelmässigkeit hinein gebauten Fischwehre starke Krümmungen erhalten.

Zu 19. Dieser Punkt ist die Vereinigung des Altpuhjabaches mit dem Embache. Jener hat bei seinem Einflusse ungefähr die halbe Breite des Embachs.

Zu 12. Hier fliesst der Peddebach, der hauptsächlich zur Verstärkung des Embachs beiträgt, in denselben; er ist vormals, als die Oberpahlenschen Fabriken noch bestanden, stark befahren worden. Sein Fall ist nicht nur weit stärker, sondern auch sein Wasser trüber und schwärzer, als beim Embach. I. enthält die Verpeilung des Querschnitts der Vereinigung; II. die des Peddebaches unmittelbar vor seinem Einflusse, und III. die des unvermischten Embachs.

Zu 24. Die Verpeilung geschah unmittelbar hinter der Brücke, die bei der Ausmündung aus dem Würzsee quer über den Embach geschlagen worden ist. Diese letztere ist

eine gewöhnliche Schwimmbrücke oder eine schwimmende Verbindung von nicht sehr dicken Balken, die durch unten zu beiden Seiten angebrachte senkrechte Bänder zusammen gehalten werden. Als Seitenhalter sind zu beiden Seiten in einem Abstande von 8 Fuss 15 dicke tannene Pfosten in den Grund eingerammt, die durch grosse eiserne Klammern an die Brückenbalken befestigt sind. Die Brücke ist gegen 10 Fuss breit. An dem einen Ende ist zwischen 2 Pfosten eine Klappe angebracht, die sich öffnet und verschliesst, um Fahrzeuge durchzulassen. Diese Brücke verstattet einen kürzern Weg nach Fellin von Dorpat aus, als die sogenannte lange Brücke bei der Einmündung des Oberembachs in den Würzsee, über welche die Poststrasse führt.

Zu 25. Steiniger Boden.

Zu 26*b*. Steiniger Boden. Die Verpeilung geschah ungefähr 100 Schritte vor dem Ihhast'schen Kruge, an einer breiten Stelle. Hier befindet sich ebenfalls ein grosser Stein im Flusse, der einen halben Faden über die Wasserfläche hervorragte.

Zu 29*b*. Die Verpeilung geschah bei dem zu Kawershof gehörigen Parwekruge, gleich unterhalb der Fähre.

Zu 32*a*. Diese Verpeilung ist die des von den Landleuten sogenannten Kurmi oder Winkels anderthalb Werst unterhalb des Kaster'scheu Hofes, am linken Ufer. Diess ist eine in den Fluss hinein sich erstreckende, mit Schilfgras bewachsene Landzunge, die nach der Aussage der Landleute dadurch entstanden sein soll, dass zu Zeiten Kaiser Peters des Grossen an dieser Stelle ein Boot mit Kanonen versenkt worden sei. Auch verwächst sie mit der Zeit immer mehr. Von ihrem Anschluss mit dem Ufer ab wurde sie ringsherum von Arschine zu Arschine verpeilt. Die Buchstaben α, β, γ

bezeichnen die hineinwärts gehenden Verpeilungen der 3 tiefsten Stellen der Winkelbucht an, die sie mit dem Ufer bildet; und *a b* sind zwei Verpeilungen auf der Spitze der Landzunge, ebenfalls hineinwärts. Dass die Angabe der Landleute nicht ganz ohne Wahrscheinlichkeit ist, zeigt die Unregelmässigkeit der Tiefen.

Zu 34. Diese Stelle ist den Landleuten ebenfalls merkwürdig. Sie erzählen nemlich, dass als Kaiser Peter der Grosse in der hier befindlichen beträchtlichen Flusskrümmung mit seinen Schiffen eingeschlossen war, er sich dadurch gerettet habe, dass er zur Nachtzeit den Durchstich habe graben lassen, der die beiden Enden der Krümmung mit einander verbindet, wodurch die Insel entstanden sei. Unter I. befindet sich die Verpeilung des Flusses etwas oberhalb des Durchstichs, und unter II. die des Kanals beim Anfange.

Zu 35. Hier fliesst der Kosebach in den Embach ein. Unter I. ist die Verpeilung des unvermischten Embaches, und unter II. die des Kosa vor dem Einflusse.

Zu 35*a*. Der Ahjabach vereinigt sich hier mit dem Embache. Auch dieser führt trüberes Wasser als der Embach. I. stellt die Verpeilung des unvermischten Embachs und II. die des Ahjabaches' kurz vor der Einmündung dar.

Zu 37. Ausfluss des Aggalibaches aus dem Embache. Um ein kürzeres und bequemeres Fahrwasser zu haben, hat man den Winkel, den der Aggalibach mit dem Embach macht, durch einen Durchstich verbunden. I. enthält die Verpeilung gleich unterhalb des Ausflusses; II. die des Aggalibaches kurz unterhalb der Durchstichseinmündung, und III. die des Durchstichs. Es ist merkwürdig, dass der Aggalibach jetzt gleichsam als ein anderer Arm des Embachs anzusehen ist, der sich durch den Kallisee in den Peipus ergiesst. Ehemals

nämlich führte der Aggalibach das Wasser dem Embache aus dem Kallisee zu. Nachdem aber hernach ein Kanal aus dem Kallisee unmittelbar in den Peipus geführt wurde, erniedrigte sich dadurch die Oberfläche des Ersteren so, dass der Aggalibach jetzt rückwärts fliesst, und das Wasser des Embachs nach sich zieht. Hier, bei 37. I. hat das Strombette die grösste Tiefe.

Zu 38. Dieser Querschnitt, dem Jöggisukruge gegenüber ist als die eigentliche jetzige Einmündung des Embachs anzusehen, und hat daher auch die grösste Breite, obgleich der Strom noch mehre Werste weit längs dem linken Ufer des Peipussees fortfliesst. Die Mündung, so wie der hier befindliche Krug lagen vormals weiter abwärts, aber das rechte Ufer, das sich in den See wie eine Landzunge fortstreckte, wurde von Jahr zu Jahr durch Eisgang und Ueberschwemmungen weggerissen, so dass es sich jetzt nur noch als eine sich kaum über die Wasserfläche erhebende durchbrochene Sandinsel bemerkbar macht, die immer mehr abnimmt. Das Ende dieser Sandinsel hat die Verpeilung 38*a*.

Allgemeine Bemerkungen über den Embach.

Dieser Fluss ist eigentlich nur als eine Verbindung zweier Landseen zu betrachten, und macht seines langsamen Falles und seiner Moorufer wegen, wenig auf Naturschönheit Anspruch. Er ist sehr fischreich, und daher das oberste und unterste Drittheil mit einer Menge Fischwehren besetzt, die, besonders oben, wo ihre Anzahl auf 140 steigt, die Hauptursache zu unzähligen kürzern und längern Krümmungen des Flusses sind. Ausserdem sind besonders seine obern Ufer durch grosse und einträgliche Heuerndten wichtig, deren

Ergiebigkeit durch das regelmässige Austreten des Flusses im Frühling gesichert wird. Dieses Austreten besteht nicht nur in einer Stauung des Flusses durch das im Peipussee später schmelzende Eis, sondern auch in einer oft sehr starken Anschwellung desselben, welche durch die grossen Massen geschmolzenen Schnees veranlasst wird, die sich im Frühlinge, vermittelst einer Menge Bäche in ihn ergiessen. Unter diesen sind am obern Theil vorzüglich der Peddebach, und am untern Theile der Ahjabach, die überhaupt dem Embache das meiste Wasser zuführen, und beide einen stärkern Fall haben. Die Schifffahrt war ehemals stärker durch die Fabriken in Oberpahlen, die eine Wasserverbindung mit Dorpat, Narwa und Pleskau benutzten. Jetzt besteht sie grösstentheils nur noch in einer Holzflössung nach Dorpat und in einem Handel mit frischen und gesalzenen Fischen. Der untere Theil des Embachs von Dorpat nach dem Peipus ist nicht nur bei weitem breiter und tiefer, sondern auch gradefliessender als der obere, so dass die grössern Böte sich dort schon mit Nutzen eines oder mehrerer Segel bedienen. Diese sind im obern Theile nicht anwendbar, wo nur das Ruder und der Zug mit Seilen fördert. Doch auch hierbei sind die Moorufer, die häufigen Unterbrechungen durch Einflüsse und die starken Stromkrümmungen sehr erschwerend.

Die kleinste Breite von nicht voll 30 Arschinen hat der Embach vor seiner Vereinigung mit dem Pedde, die kleinste Tiefe des Strombettes von weniger als 2 Arschinen, in der Gegend von Kerrafer, bei der Versenkung. Die grösste Breite aber von 130 Arschinen bei der Einmündung in den Peipus, und die grösste Strombettstiefe von 13 ½ Arschinen bei dem Ausflusse des Aggalibachs. Die Entfernung der Ausmündung von der Einmündung ist in gerader Linie 70 Werste.

Bestimmung der Lage des Vermessenen gegen die Weltgegenden.

Hiezu war nur nöthig, die Winkel des Hauptstriches *DE* gegen den Meridian zu bestimmen. Diese Bestimmung, vermittelst Azimuthalbeobachtungen, konnte entweder auf dem Domsignale, oder am Ecksthurme geschehen. Da sie auf dem erstern Standpunkte mit vielen Schwierigkeiten verknüpft war, so hatte der Herr Pastor Thrämer zu Ecks die Güte, mir zu diesem Behufe folgende Azimuthalbeobachtungen mitzutheilen.

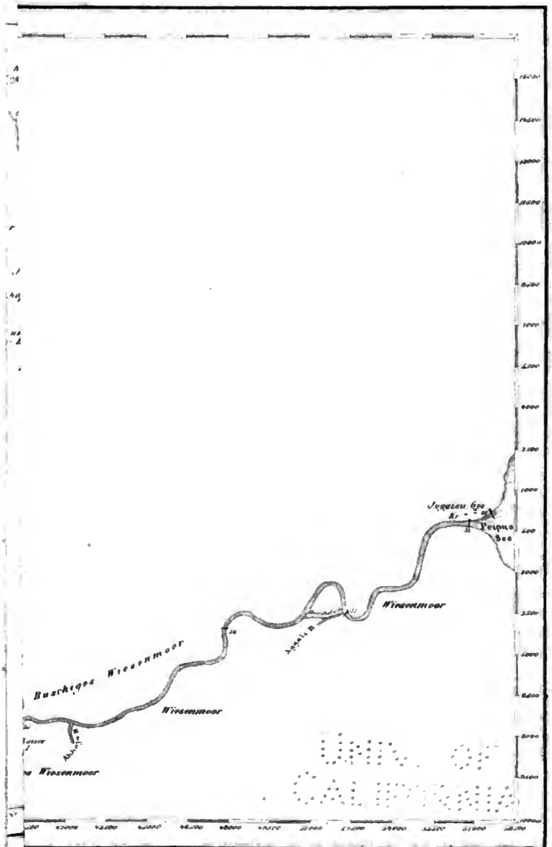
Am Ecksthurm, Nachmittags den 26/14 Sept 1808.

Gleicherhöhe von Ecks = 31° 28′ 20″.

Abstand d. Domsignals v. westl. Sonnenrande.	Uhrzeit.	Wahre Zeit.	Stundenwinkel.
101° 6′ 40″	$4^h\ 34^m\ 13^s$	$4^h\ 43^m\ 56^s,5$	70° 59′ 7″,5
101° 50′ 0″	$4^h\ 37^m\ 34^s$	$4^h\ 47^m\ 17^s,5$	71° 49′ 22″,5

Polabstand der ☉	91° 19′ 52″	Polabstand der ☉	91° 19′ 55″
tg.	11,6338303	tg. Polabstand	11,6335585
cos. Stundenwinkel	9,5129528	cos. Stundenwinkel	9,4940918
tg. M	11,1467837	tg. M	11,1276503
M	94° 4′ 46″,1	M	94° 15′ 45″,2
Gleicherhöhe	31° 28′ 20″	Gleicherhöhe	31° 28′ 20″
N	62° 36′ 26″,1	N	62° 47′ 25″,2
Sin. N	9,9483512	Sin. N	9,9490675
	0,0516488		0,0509325
tg. Stundenwinkel	10,4626692	tg. Stundenwinkel	10,4836760
Sin. M	9,9988983	Sin. M	9,9987971
tg. b	10,5132163	tg. b	10,5334056
b	72° 56′ 47″,9	b	73° 40′ 44″,9
	101° 6′ 49″		101° 50′ 0″
	16′ 2″		16′ 2″
	100° 50′ 38″		101° 33′ 58″
	72° 56′ 47,9		73° 40′ 44,9
	27° 53′ 50,1		27° 53′ 13,1
	27° 53′ 13,1		
	27° 53′ 31,6		

Azimuth des Domsignals von Süden nach Osten.


Peipus See
Wiesenmoor
Buschiges Wiesenmoor
Wiesenmoor
Wiesenmoor

IX.

Zur Frage:

„wodurch werden die grauen Dolomite der oberen silurischen Gesteingruppe Liv- und Ehstlands gefärbt?“

Von Professor Dr. Alexander Petzholdt.

(Vorgelegt im September 1854.)

Man nahm bisher wol ganz im Allgemeinen an, dass die graue Farbe, welche viele neptunischen Gesteine, so lange sie von der Einwirkung der Atmosphärilien noch nicht berührt worden sind, zeigen, von organischen Substanzen herrühre, wobei man sich theils auf wirkliche Analysen dieser Gesteine, theils auf das Verschwinden der grauen Farbe während der Verwitterung stützte. Es musste daher Befremden erregen, wenn man in der neuesten Zeit bei den grauen Dolomiten der obern silurischen Gesteingruppe Liv- und Ehstlands die Ursache der grauen Färbung den organischen Substanzen genommen und sie an deren Statt dem Doppeltschwefeleisen zuerkannt sah, wie von Goebel in diesen Blättern geschehen ist [1]).

Goebel sagt in seiner Abhandlung (S. 247) ausdrücklich: „Aus diesen Bestimmungen ist nun zuvörderst die Thatsache unzweifelhaft festgestellt, dass die Dolomite Doppeltschwefel-

1) Vergl. Goebel, über das Bedingende der Färbung in den grauen und gelben Dolomiten der obern Silurischen Gesteingruppe Liv- und Ehstlands, im Archiv für die Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurlands, erster Ser. Bd. I. S. 239.

eisen in höchst feinvertheiltem, amorphem Zustande enthalten und dass die blaugraue Färbung dieser Gesteine hauptsächlich von diesem Körper, nicht aber von deren Gehalt an organischer Substanz bedingt sei. Die Nüancirungen in der Farbe der Dolomite, aus dem Grauen, durch das Weissgraue, ins Hellgelbe und Ocherfarbene, sind lediglich von dem mehr oder weniger zersetzten Zustande des Schwefelkieses abhängig. Denn dass die organische Substanz in ihnen wol Nichts zum Eindruck der Gesammtfärbung beitragen dürfte, erhellt aus deren ausserordentlich geringer Menge," u. s. w. Und S. 256 heisst es: „Obgleich dieser Bestandtheil (nämlich das Doppeltschwefeleisen) Allen, die sich mit Dolomiten beschäftigten, entgangen zu sein scheint, so möchte ich dennoch mit vieler Gewissheit behaupten, dass die meisten Dolomite und Kalksteine, welche eine graue, blaue, überhaupt dunkle Färbung zeigen, diese Färbung nicht, oder doch wenigstens weit weniger der ihnen beigemengten Kohle, als vielmehr dem für das blosse Auge unsichtbaren, feinvertheilten Eisenkies verdanken."

Gegen diese Schlussfolgerungen und Behauptungen lässt sich jedoch mancherlei einwenden, vor allen aber muss es als ein Mangel der sonst so fleissigen Arbeit Goebel's angesehen werden, dass sich der Verfasser nicht darauf eingelassen hat, die Menge der organischen Substanz in den untersuchten Dolomiten zu bestimmen, und doch nichtsdestoweniger behauptet, dass ihr kein Einfluss auf die Färbung der fraglichen Gesteine zustehe. Auf S. 242 heisst es nur kurz: „Die Säure schied aus den grauen Dolomiten Spuren organischer Substanz in wenigen dunklen, unreinen Flöckchen, die auf und in der Flüssigkeit schwammen, ab;" und S. 247

liest man: „Berücksichtigt man diese Umstände, so möchte die Menge der organischen Substanz in vielen Fällen geradezu als unwägbar anzunehmen sein." Es ist durchaus kein Versuch gemacht, diese Menge zu bestimmen, und der Leser von Goebel's Abhandlung bleibt darüber, ob diese Bestimmung wirklich unmöglich sei, ob also wirklich nur Spuren dieser Substanz vorhanden seien, in völliger Ungewissheit.

Bei solcher Sachlage und nach dem Grundsatze „audiatur et altera pars," hielt ich es für angemessen, mich der, wie es scheint, ohne zureichende Gründe verurtheilten organischen Substanz anzunehmen und erlaube mir im Nachstehenden die Resultate meiner darauf bezüglichen Untersuchung mitzutheilen.

I. Menge des im grauen Dolomit enthaltenen Doppeltschwefeleisens.

Obschon Goebel in seiner citirten Abhandlung das Vorhandensein von Doppeltschwefeleisen in unsern Dolomiten nachweist, so wünschte ich doch mich selbst von der Gegenwart dieses Körpers zu überzeugen und wählte dazu den grauen Dolomit von Tuttomäggi (5 Werst südwestlich von Leal) und vom Igo-Pank (auf der Insel Moon), welcher erstere sich auch unter den von Goebel untersuchten Dolomiten befindet.

Der bei dieser Untersuchung eingeschlagene Gang war kurz folgender.

Nachdem das Material durch mehrtägige Digestion mit verdünnter Salzsäure (1 Th. Säure auf 2 Th. Wasser) behandelt worden war, wurde das Ungelöste durch Filtriren und Aussüssen (bis auf Platinblech keine Reaction mehr stattfand) von der salzsauren Lösung getrennt. Der unlösliche Rück-

stand wurde hierauf mit einem Gemenge von reinem Salpeter und reinem kohlensauren Natron im Porzellantiegel [1]), welcher dabei jedesmal stark angegriffen ward, geschmolzen, die geschmolzene Masse mit Wasser aufgeweicht, mit Salzsäure neutralisirt, zum Trocknen abgedampft, in Wasser wieder aufgelöst, mit Chlorbaryum versetzt, und aus dem erhaltenen schwefelsauren Baryt die Schwefelsäure und respectiv das Doppeltschwefeleisen berechnet.

100 Theile grauen Dolomits von Tuttomäggi enthielten:

14,505 pC. in Salzsäure unlöslichen Rückstands;
0,083 pC. Schwefelsäure (im Filtrat des in Salzsäure löslichen Antheils),
0,473 pC. Schwefelsäure (im unlöslichen Rückstand) [2]).

100 Theile grauen Dolomits vom Igo-Pank enthielten:

13,000 pC. in Salzsäure unlöslichen Rückstand;
0,040 pC. Schwefelsäure (im Filtrat des in Salzsäure löslichen Antheils),
0,424 pC. Schwefelsäure (im unlöslichen Rückstand).

---

1) Um vor einem Schwefelsäuregehalt der Reagentien und Apparate und daraus entspringenden Fehlerquellen sicher zu sein, wurden 15 Grammen des Gemenges von Salpeter und kohlensaurem Natron im Platintiegel geschmolzen. mit Wasser und Salzsäure behandelt, zum Trocknen gebracht, in Wasser gelöst und mit Chlorbaryum versetzt. Selbst nach mehrtägigem Stehen blieb die Flüssigkeit hell und klar. Das Material war also vollkommen frei von Schwefelsäure. Eben so ward ein Stückchen Porzellantiegel auf die bekannte Weise aufgeschlossen und auf Gehalt an schwefelsauren Salzen untersucht. Auch hier ergab der Versuch, dass schwefelsaure Salze nicht zugegen waren.

2) Der graue Dolomit von Tuttomäggi ward von mir zweimal in verschiedenen Handstücken untersucht;

das eine Mal gaben 79,780 grm. grauen Dolomits von Tuttomäggi:

14,9 pC. in Salzsäure unlöslichen Rückstand;
0,083 pC. Schwefelsäure (im Filtrat des in Salzsäure löslichen Antheils);
0,47 pC. Schwefelsäure (im unlöslichen Rückstand);

das andere Mal gaben 77,670 grm. grauen Dolomits von Tuttomäggi:

14,11 pC. in Salzsäure unlöslichen Rückstand,
0,082 pC. Schwefelsäure (im Filtrat des in Salzsäure löslichen Antheils),
0,476 pC. Schwefelsäure (im unlöslichen Rückstand).

Es sind daher die oben angeführten Zahlen als die berechneten Mittelwerthe zu betrachten.

Berechnet man nun die Schwefelsäure des unlöslichen Rückstands als Doppeltschwefeleisen, so enthielt der graue Dolomit von Tuttomäggi 0,354 pC. Doppeltschwefeleisen, während der graue Dolomit vom Igo-Pank 0,316 pC. Doppeltschwefeleisen ergibt.

Vergleicht man aber Goebel's Untersuchung des grauen Dolomits von Tuttomäggi, mit der Meinigen, so zeigen sich einige Differenzen.

100 Theile dieses Dolomits enthalten:

nach meiner Untersuchung.	nach Goebel's Untersuchung
14,505 pC.	13,780 pC. unlöslichen Rückstand;
0,083 pC.	0,0778 pC. Schwefelsäure (im Filtrat der salzsauren Lösung);
0,473 pC.	0,5517 pC. Schwefelsäure (im unlöslichen Rückstand).

Was die Differenz in dem gefundenen Gehalt an in Salzsäure unlöslichem Rückstand betrifft, so ist dieselbe von keinem grossen Belang und dadurch erklärlich, dass wir verschiedene Handstücke untersuchten; fand ja doch eine ähnliche Differenz in Betreff der Menge dieses Rückstands bei den beiden von mir selbst untersuchten Dolomiten von Tuttomäggi statt. Allein der Gehalt an schwefelsauren Salzen (Gyps) und respective Doppeltschwefeleisen scheint, wenigstens meinen Untersuchungen nach, konstanter zu sein, und ich bin der Meinung, dass die Ursache dieser Verschiedenheit in nicht hinreichendem Auswaschen des unlöslichen Rückstands gesucht werden muss, wie aus folgendem Versuch hervorgeht.

Bei meiner Untersuchung des Dolomits von Tuttomäggi, hatte ich das eine Mal 11,892 grm., das andere Mal 10,960 grm.

in Salzsäure unlöslichen Rückstands auf dem Filter; die Waschflüssigkeit lief ausserordentlich langsam ab, und nach mehrtägigem anhaltendem Filtriren glaubte ich die Operation beendigen zu dürfen, weil ich auf dem Platinblech keine Reaction mehr wahrnahm. Als es mir aber später darauf ankam, die Differenz zwischen Goebel's und meiner Untersuchung aufzuhellen, nahm ich eine kleinere Quantität dieses Rückstands (6,634 grm.) und süsste sie nochmals mit heissem salmiakhaltigem Wasser, später mit reinem Wasser aus, bis ein auf Platinblech verdampfter Tropfen keinen merkbaren Rückstand hinterliess. Das Filtrat gab mit Chlorbaryum 0,024 grm. schwefelsauren Baryt = 0,00824 grm. Schwefelsäure. Als ich hierauf 1,912 grm. dieses zum zweiten Mal gewaschenen Rückstands mit Salpeter und kohlensaurem Natron aufgeschlossen hatte, wurden 0,169 grm. schwefelsauren Baryts = 0,058 grm. Schwefelsäure erhalten, welche Menge also nur 3 pC. des gesammten Rückstands ausmacht, während die in der obenstehenden Analyse angeführte Menge von Schwefelsäure 3,2 pC. des unlöslichen und, wie man sieht, irrig als hinreichend ausgewaschen betrachteten Rückstands beträgt. Uebrigens war auch hier wieder der Uebelstand des ungemein langsamen Ablaufens des Waschwassers bemerkbar, und es blieb abermals zweifelhaft, ob das Auswaschen vollständig gewesen sei.

Es wurde daher ein Theil des zum zweiten Mal ausgewaschenen Rückstands einer dritten Auswaschung unterworfen und zwar mit der Abänderung, dass ich das unten ablaufende Waschwasser in getrennten Portionen, zu 10 bis 12 Unzen aufsammelte, zu jeder Portion der Reihe nach Chlorbaryum hinzufügte und mit Aufsammlung solcher Portionen fortfuhr, bis Chlorbaryum selbst bei längerem Stehen keine Trübung

mehr hervorbrachte. Aus 5 solcher Portionen des Filtrats von 4,092 grm. unlöslichen Rückstands, der, wie gezeigt wurde, bereits zweimal ausgewaschen worden war, gewann man abermals schwefelsaure Salze, und zwar erhielt man 0,013 grm. schwefelsauren Baryt = 0,0044 grm. Schwefelsäure; und als 1,396 grm. dieses dreimal ausgewaschenen Körpers mit Salpeter und kohlensaurem Natron aufgeschlossen worden waren, erhielt man 0,114 grm. schwefelsauren Baryt = 0,0391 grm. Schwefelsäure = 2,8 pC. des unlöslichen Rückstands.

Der in Salzsäure unlösliche Rückstand des grauen Dolomits von Tuttomäggi enthielt also:

einmal ausgewaschen, 3,2 pC. Schwefelsäure
zweimal ausgewaschen, 3,0 pC. „
dreimal ausgewaschen, 2,8 pC. „

Der von Goebel ausgewaschene unlösliche Rückstand enthielt dagegen 4,0 pC. Schwefelsäure.

Es leuchtet daher von selbst ein, dass der oben angeführte Gehalt des von mir untersuchten Dolomits von Tuttomäggi an Schwefelsäure (im unlöslichen Rückstande) und an daraus berechnetem Doppeltschwefeleisen zu gross angenommen worden ist, da er nach vollständigem Auswaschen nicht 0,473 pC. Schwefelsäure = 0,354 pC. Doppeltschwefeleisen, sondern nur 0,414 pC. Schwefelsäure = 0,309 pC. Doppeltschwefeleisen betragen haben würde.

Goebel berechnet den Gehalt des grauen Dolomits von Tuttomäggi an Doppeltschwefeleisen zu 0,415 pC., und es mag erlaubt sein dieselbe Einwendung (nur in etwas erheblicherem Grade) gegen seine Untersuchung, wie gegen meine eigene zu machen, dass nämlich durch besseres Auswaschen dieser Gehalt unzweifelhaft (wahrscheinlich um den vierten Theil) verringert worden wäre.

Wie dem aber auch sei, so viel steht fest; dass diese Dolomite Doppeltschwefeleisen beigemengt enthalten; in welcher Form jedoch, ob als feinvertheilter Schwefelkies (wie mir am wahrscheinlichsten), oder ob als amorphes Doppeltschwefeleisen (wie Goebel annimmt), das scheint mir ganz dahingestellt bleiben zu müssen, da ich keinen Weg sehe, den man zur entscheidenden Beantwortung dieser Frage mit Sicherheit einschlagen könnte.

II. Menge der in dem grauen Dolomit enthaltenen organischen Substanz.

Es ist bekannt, dass die aus dem Glühverlust berechnete Bestimmung der organischen Substanz in derartigen Körpern, wie die in Salzsäure unlöslichen Rückstände unserer Dolomite sind, durchaus unsicher sich darstellt; ich wählte daher die Kohlenstoffbestimmung nach Art der Elementaranalyse, indem ich die betreffenden Rückstände mit Kupferoxyd verbrannte und den Kohlenstoff aus der erhaltenen Kohlensäure berechnete.

Es folgen die analytischen Resultate:

1,936 grm. des in Salzsäure unlöslichen Rückstands des grauen Dolomits von Tuttomäggi gaben:

0,049 grm. Kohlensäure = 0,0133 grm. Kohlenstoff
= 0,687 pC. Kohlenstoff.

2,277 grm. des in Salzsäure unlöslichen Rückstands des grauen Dolomits von Tuttomäggi (einem andern Handstück entnommen) gaben:

0,050 grm. Kohlensäure = 0,0136 grm. Kohlenstoff
= 0,59 pC. Kohlenstoff.

1,623 grm. des in Salzsäure unlöslichen Rückstands des grauen Dolomits vom Igo-Pank (auf Moon) gaben:

0,048 grm. Kohlensäure = 0,013 grm. Kohlenstoff
= 0,801 pC. Kohlenstoff.

1,269 grm. des in Salzsäure unlöslichen Rückstands des grauen Dolomits vom Ojo-Pank (auf Oesel) gaben:

0,027 grm. Kohlensäure = 0,00836 grm. Kohlenstoff
= 0,69 pC. Kohlenstoff.

0,816 grm. des in Salzsäure unlöslichen Rückstands des grauen Dolomits von Koggowa-Sär (auf Moon) gaben:

0,017 grm. Kohlensäure = 0,00463 grm. Kohlenstoff
= 0,56 pC. Kohlenstoff.

0,991 grm. des in Salzsäure unlöslichen Rückstands eines grauen dolomitischen Kalksteins vom Hollenhagen, bei Salzuflen (im Fürstenthum Lippe), gaben [1]):

0,018 Kohlensäure = 0,0049 Kohlenstoff
= 0,49 pC. Kohlenstoff.

Der graue Dolomit von Tuttomäggi, im ersten Falle, enthielt also . .	0,102 pC.	Kohlenstoff;
dasselbe Gestein, im zweiten Falle, . .	0,084 pC.	— „ —
der graue Dolomit vom Igo-Pank . .	0,101 pC.	— „ —
der graue Dolomit vom Ojo-Pank . .	0,160 pC.	— „ —
der graue Dolomit von Koggowa-Sär	0,213 pC.	— „ —
der graue dolomitische Kalkstein vom Hollenhagen bei Salzuflen . .	0,131 pC.	— „ —

1) Dieser dunkelgraue dolomitische Kalkstein bietet, im Vergleich mit unsern grauen Dolomiten, ganz analoge Verhältnisse dar, indem überall da, wo er mit der Atmosphäre in Berührung gekommen ist, sich eine von der Peripherie nach dem Kerne fortschreitende, braune, leichtzerreibliche Verwitterungsrinde bildete. Er wurde bereits von Brandes beschrieben und analysirt (s. dessen Schrift: „Untersuchungen über einige Gesteine und Mineralquellen am Hollenhagen, bei Salzuflen.“ Lemgo. 1835). Auf Seite 13 und 14 dieses Schriftchens finden sich die Resultate der Analyse dieses interessanten Gesteins verzeichnet, obschon eine Bestimmung der organischen Substanz vermisst wird.

Die Untersuchung des in meiner Sammlung befindlichen Handstücks liess in 9,055 grm. dieses Gesteins einen Gehalt von 2,420 grm. in Salzsäure unlöslichen Rückstands, also = 26,61 pC., erkennen,

Wenn es ferner erlaubt sein mag die dem Dolomit beigemengte organische Substanz als vielleicht analog der Huminsäure (mit 58 pC. Kohlenstoff) zusammengesetzt zu betrachten [1]), so stellt sich der Gehalt an organischen Substanzen folgendermassen:

der graue Dolomit von Tuttomäggi enthielt, im ersten Falle,	0,176 pC.	organische Substanz
derselbe, im zweiten Falle, . . .	0,145 pC.	— „ —
der graue Dolomit vom Igo-Pank	0,174 pC.	— „ —
der graue Dolomit vom Ojo-Pank	0,276 pC.	— „ —
der graue Dolomit von Koggowa-Sär	0,367 pC.	— „ —
der graue dolomitische Kalkstein vom Hollenhagen	0,226 pC.	— „ —

III. Färbt die organische Substanz, oder das Doppeltschwefeleisen?

Nachdem ich im Vorhergehenden die Angabe Goebel's, dass unsere Dolomite Doppeltschwefeleisen enthalten, bestätigt, jedoch zugleich nachgewiesen habe, dass diesen Dolomiten auch bestimmbare Mengen organischer Substanzen beigemengt sind, so wende ich mich zur Beantwortung der Hauptfrage, welcher dieser beiden Bestandtheile die Färbung der fraglichen Gesteine bedinge.

Offenbar sind nur drei Fälle möglich; entweder

1) ist Doppeltschwefeleisen die färbende Substanz; oder

1) Im Hinblick auf die im Allgemeinen sehr kleine Menge organischer Substanz, welche in den untersuchten Materialien enthalten war, unterblieb die Bestimmung des Wasserstoffs; es kann daher nichts Genaueres über die Zusammensetzung derselben angegeben werden.

2) die organischen Substanzen sind die Ursache der Färbung; oder

3) beide Körper, das Doppeltschwefeleisen und die organischen Substanzen, nehmen an der Färbung gemeinschaftlich theil.

Sieht man sich nun, zur Beantwortung der Frage, ob Doppeltschwefeleisen die Dolomite färbe, nach Anhaltspunkten um, so fehlt es an solchen, die passend genannt werden könnten, gänzlich, insofern man kein Gestein kennt, und namentlich kein dolomitisches, welches, bei völliger Abwesenheit von organischen Bestandtheilen, lediglich durch Doppeltschwefeleisen gefärbt würde. Alle von Goebel vorgeführten Fälle gestatten den Einwurf, dass hier, neben dem Doppeltschwefeleisen, wol auch noch organische Substanz zugegen war (wie ich am Dolomit von Tuttomäggi und vom Igo-Pank beispielsweise gezeigt habe) [1]), und man muss es demnach unentschieden lassen, welcher Körper die Farbe der Gesteine bedinge, wenn man nicht weitere Anhaltspunkte zur Entscheidung der Frage vorliegen hat.

Anders stellt sich die Sache, wenn man, der bisher allgemein Geltung habenden Ansicht gemäss, die Ursache der Färbung in den organischen Substanzen sucht. Hier liegen

1) Auch der von Goebel (Seite 259 seiner Abhandlung) angezogene Fall eines von Ebelmen untersuchten Jurakalksteins kann hier Nichts beweisen. Denn obgleich sich Ebelmen dahin ausspricht: „J'ai trouvé que le calcaire bleu de l'oolite inférieur contenait environ $\frac{2}{1000}$ de bisulfure de fer, tandis que le calcaire jaunâtre, qui forme l'enveloppe, n'en renferme pas. La coloration bleue parait due à cette petite proportion de bisulfure de fer disséminée dans toute la masse et qui disparait lentement sous l'influence oxydante des eaux d'infiltration.“ (Vergl. Comptes rendus, 1851, p. 678. sq.), so hat doch auch er Nichts gethan, um zu zeigen, dass neben diesem Doppeltschwefeleisen keine organische Substanz zugegen war. Denn das Verschwinden der blauen Färbung des Gesteins unter dem oxydirenden Einfluss der infiltrirenden Wässer wird eben so gut bei vorhandenen organischen Substanzen, wie bei Doppeltschwefeleisen statthaben.

nämlich Fälle vor, wo das Gestein, bei absolutem Mangel an Doppeltschwefeleisen, nur durch kleine Mengen organischer Substanzen gefärbt wird, und zwar ebenso wie unsere Dolomite. Ich führe einen solchen Fall meiner eignen Erfahrung an; er betrifft den schon oben citirten dolomitischen Kalkstein vom Hollenhagen, ein Gestein von blaugrauer Farbe. Nachstehend die analytischen Daten.

9,055 grm. des blaugrauen dolomitischen Kalksteines vom Hollenhagen, in der bekannten Weise mit Salzsäure behandelt, gaben 2,42 grm. unlöslichen Rückstand (= 26,61 pC.).

In der abfiltrirten salzsauren Lösung brachte Chlorbaryum eine schwache Trübung hervor; da sich jedoch, selbst nach mehrtägigem Stehen, Nichts absetzte, so konnte auch die Menge vorhandener schwefelsaurer Salze nicht bestimmt werden.

0,868 grm. des in Salzsäure unlöslichen Rückstands wurden in der ebenfalls bekannten Weise mit Salpeter und kohlensaurem Natron u. s. w. behandelt. Hinzugefügtes Chlorbaryum gab nicht die geringste Trübung. Also war kein Doppeltschwefeleisen zugegen.

0,991 grm. des in Salzsäure unlöslichen Rückstands gaben, bei der Verbrennung mit Kupferoxyd, 0,018 Kohlensäure = 0,0049 Kohlenstoff, welche Menge sich als zu 0,131 pC. Kohlenstoff des gesammten Kalksteins berechnen lässt, wie bereits weiter oben gezeigt wurde.

Wenn aber, wie der vorliegende Fall des dolomitischen Kalksteins vom Hollenhagen, der völlig frei von Doppeltschwefeleisen befunden ward, mit Sicherheit darthut, kleine Mengen von organischer Substanz hier eine blaugraue Färbung hervorzubringen vermochten, so ist gar kein Grund vorhanden,

den kleinen Mengen organischer Substanzen in unsern Dolomiten das Färbungsvermögen abzusprechen. Ja die an diesem dolomitischen Kalksteine vom Hollenhagen gemachte Beobachtung führt mich geradezu zu der Behauptung, dass jene kleine Mengen Doppeltschwefeleisen in der Form, in welcher sie wahrscheinlich in unsern Dolomiten vorhanden sind, nämlich als Schwefelkies, überhaupt gar nicht färben können, wie aus nachstehenden Betrachtungen hervorgehen wird, womit zugleich jener dritte der oben als möglich gedachten Fälle („Doppeltschwefeleisen und die organischen Substanzen nehmen gleichzeitig an der Färbung theil") als bei unsern Dolomiten nicht zulässig erkannt wird.

Die Färbung eines Körpers hängt nämlich, ausser von der eigenthümlichen Natur, wesentlich von seinem Aggregatzustande ab, und es ist eine allgemein bekannte Thatsache, dass ein und derselbe Körper bei verschiedenen Aggregatzuständen sehr verschiedene Farben zeigen kann. Will man daher z. B. über die Farbe eines Gesteins im Vergleich mit der Farbe eines andern urtheilen, und aus der dunkleren oder helleren Farbe gewisse Schlüsse ziehen, so wird man gewiss Irrthümern ausgesetzt sein, sofern etwa das eine Gestein aus einem Aggregate grobkrystallinischen, das andere dagegen aus einem Aggregate feinkrystallinischen Materials besteht, oder sofern das eine Gestein dicht, das andere aber porös, oder erdig, oder sonst wie anders beschaffen ist. Um daher Täuschungen zu entgehen, habe ich die von mir untersuchten grauen Dolomite (mit Ausnahme des Dolomits vom Igo-Pank, der völlig verbraucht war), durch Zerreiben im Achatmörser, in ein feines Pulver verwandelt und diese Gesteinspulver einem Freunde (einem entschiedenen Farbenkenner) mit der Bitte übergeben, mir die Reihenfolge zu bezeichnen, in welcher

die Gesteinspulver ihrer Farbe nach anzuordnen seien. Es versteht sich von selbst, dass er mit dem analytischen Resultat der chemischen Untersuchung unbekannt war.

Nach seinem Urtheile, das übrigens auch das Meinige war, zeigte der gepulverte Dolomit von Koggowa-Sär (Nr. 1) die dunkelste Farbe; dann folgte das Dolomitpulver vom Ojo-Pank (Nr. 2); hierauf kam der gepulverte dolomitische Kalkstein vom Hollenhagen (Nr. 3) und den Beschluss machte, als die hellste Farbe zeigend, der gepulverte Dolomit von Tuttomäggi (Nr. 4). Im nicht gepulverten Zustande dagegen, war die Reihenfolge eine durchaus andere; denn jetzt war es keinem Zweifel unterworfen, dass Nr. 3 die entschieden dunkelste Farbe hatte [1]); darauf folgte Nr. 1; während Nr. 2 und Nr. 4 (ihrer Farbe nach nicht zu unterscheiden) am hellsten gefärbt sich zeigten.

Und nun vergleiche man die nachstehende Tabelle:

	Farbe des gepulverten Gesteins.	Menge des Kohlenstoffs.	Menge der organ. Substanz.	Menge des Doppeltschwefeleisens.
		in Hunderttheilen.		
Dolomit von Koggowa-Sär (Nr. 1)	sehr dunkelgrau	0,213	0,367	von mir nicht untersucht
Dolomit vom Ojo-Pank (Nr. 2)	viel heller	0,160	0,276	ebenso
Dolomitischer Kalkstein vom Hollenhagen (Nr. 3)	fast ebenso hell als der vorige	0,131	0,226	keine Spur
Dolomit von Tuttomäggi (Nr. 4)	am hellsten	0,084	0,145	0,354 [1])

1) Der dolomitische Kalkstein vom Hollenhagen (Nr. 3) war das am meisten dichte Gestein, wie es denn auch schon von Brandes (s. dessen oben citirtes Schriftchen, S. 11) als „sehr hart, fast hornsteinähnlich, mit flachmuschligem Bruch im Grossen und einem feinsplittrigen Bruch im Kleinen, an den Kanten schwach durchscheinend u. s. w.“ ganz richtig beschrieben wird.

1) Eigentlich hätte ich hier die corrigirte Zahl (0,309 pC. Schwefeleisen)

Die Tabelle spricht zu laut für sich selbst, als dass zur Erläuterung derselben meinerseits noch Weiteres hinzugefügt zu werden brauchte. Gleichgültig, wie viel oder wie wenig Doppeltschwefeleisen der von mir nicht weiter untersuchte Dolomit von Koggowa-Sär und vom Ojo-Pank enhalten haben mögen; der von Doppeltschwefeleisen freie dolomitische Kalkstein vom Hollenhagen war dunkler gefärbt als der Doppeltschwefeleisen enthaltende Dolomit von Tuttomäggi. Die organische Substanz ist vollkommen ausreichend, um in ihr nicht allein die Ursache der Färbung überhaupt, sondern, je nach der grössern oder geringern Menge, in welcher sie beigemengt ist, auch die Veranlassung zur dunklern oder hellern grauen Färbung des Gesteins (im gepulverten Zustande) zu erkennen.

Uebrigens bin ich weit entfernt diesen Satz generalisiren und auf alle andern Gesteine ausdehnen zu wollen, da es ja möglich ist, dass in andern Gesteinen die Natur der beigemengten organischen Substanz eine andere sei, so dass, trotz grossen Gehalts davon, die Farbe des Gesteins dennoch eine sehr helle bliebe, und so umgekehrt. So sieht z. B. ein von mir untersuchtes und beschriebenes [1]) brenn-

---

anführen sollen; da jedoch vielleicht eingewendet werden könnte, es habe während der Untersuchung eine Oxydation des Doppeltschwefeleisens stattgefunden und es sei dadurch die Menge desselben in dem unlöslichen Rückstande verringert worden, so will ich vorläufig die Zahl 0,354 pC beibehalten. Goebel gibt, wie oben gezeigt wurde, sogar 0,415 pC. Schwefeleisen an. Auch bemerke ich noch, dass die beiden Dolomite von Tuttomäggi sowol im nicht gepulverten Zustande, wie als Gesteinspulver, durchaus dieselbe Farbe zeigten, obschon im Kohlenstoff- und daraus berechneten Gehalt an organischer Substanz ein Unterschied vorhanden war. Es scheint demnach, dass so kleine Differenzen, wie zwischen 0,084 und 0,102 pC. Kohlenstoff, oder zwischen 0,145 und 0,176 pC. organischer Substanz, unserem Dolomit beigemengt, für das Auge nicht mehr unterscheidbar sind.

1) Vergl. „Ein neues brennbares Gestein in Ehstland," im „Inland" Jahrg. 1850, S. 502.

bares Gestein hellbraun aus, obgleich es über die Hälfte seines Gewichts organische Substanz enthält. Freilich ist aber die Natur dieser organischen Substanz eine ganz andere, als die, welche unsere Dolomite färbt.

Auch denke ich nicht, dass man gegen meine obigen Behauptungen etwa einwenden werde, dass die geringen Mengen organischer Körper, welche ich in den Dolomiten nachgewiesen habe, eben ihrer Geringfügigkeit wegen, nicht wohl Ursache der Färbung sein könnten [1]); denn noch weit geringere als die von mir gefundenen Mengen organischer Substanz können stark färben, wie die von Heintz analysirten beiden Feuersteine von Rügen darthun, wo in dem einen, ziemlich hell gefärbten, nur 0,066 pC., und in dem andern, sehr dunklen, 0,073 pC. Kohlenstoff durch die Verbrennung mit Kupferoxyd nachgewiesen wurden [2]).

---

1) So liest man bei Goebel (vergl. dessen Abhandlung S. 248) „Dass endlich die geringen Quantitäten organischer Substanz ganz ohne Einfluss auf die Färbung unserer obersilurischen Gesteine sind, dürfte nicht nur durch die eben angeführten Data, nach welchen die gelben Gesteine oft noch das Vielfache der in manchen grauen eingeschlossenen organischen Bestandtheile enthalten, bewiesen sein, sondern auch durch den Umstand, dass die blendendweisse Kreide der Champagne, welche, wie alle Kreide, notorisch Einschlüsse organischer Natur von mikroskopischer Kleinheit führt, nach Wittstein, in bei 110° trocknem Zustande, ebenfalls 0,13 pC. derselben enthält.“ Jene Daten, welche Goebel zur Begründung seiner Behauptung anruft, sind aber unrichtig, da, wie er selbst an einer andern Stelle seiner Schrift bemerkte, die Untersuchungsmethode, durch welche dieselben gewonnen wurden (nämlich die Bestimmung der organischen Substanz aus der Grösse des Glühverlustes), unzuverlässig ist. Und was die von Wittstein in einer sehr reinen Sorte Kreide aufgefundenen 0,13 pC. organischer Substanz anlangt, so gilt das in Betreff der möglichen Verschiedenheit in der Natur des organischen Körpers, so wie in Bezug auf den Einfluss, welchen der verschiedene Aggregatzustand auf die Farbe ausübt, von mir bereits weiter oben Bemerkte, ganz davon abgesehen, dass auch die von Wittstein eingehaltene Methode der Untersuchung nicht der Art war, dass seine Angabe irgend wie zuverlässig sein könnte, da auch er die Bestimmung der organischen Substanz durch Berechnung des Glühverlustes bewirkte.

2) Vergl. Poggendorff's Annalen. Bd. 60, Seite 520 und 521.

Anhang.

Ueber die Natur der schwarzen Ueberzüge, welche so häufig auf den Petrefacten unserer Dolomite gefunden werden.

„Nachdem die wahre Ursache der graublauen Färbung in den dolomitischen Gesteinen“ — so liest man in Göbel's Abhandlung, S. 260 — „einmal festgestellt war, lag es sehr nahe denselben Stoff auch als Bedingendes der Färbung für die feinen schwarzen Ueberzüge vieler Petrefacten in jenen Gesteinen anzunehmen;“ und weiter heisst es, S. 261: „Damit übereinstimmend, wurde auch durch die chemische Prüfung des schwarzen, scheinbar von amorpher Kohlensubstanz gebildeten Ueberzuges nachgewiesen, dass derselbe hauptsächlich aus Schwefelkies bestehe, wennschon, da, wegen des geringen mir zu Gebote stehenden Materials, der Beweis nur von einer Seite sich führen liess, die wenn auch schwache Möglichkeit, dass auch wirkliche Kohle, von organischen Resten herrührend, an jenen schwarzen Ueberzügen Theil habe, dadurch nicht völlig ausgeschlossen wurde.“

Es sei mir gestattet auch in Betreff dieses Gegenstandes meine abweichende Meinung darzulegen, um so mehr, als ich im Stande zu sein glaube den Beweis von der andern Seite zu führen, dass nämlich diese Ueberzüge in der That organische Substanzen enthalten und dass ihre schwarze Farbe dadurch bedingt sei.

Ich gebe wiederum zuerst die analytischen Resultate.

a) Von einem Handstück grauen Dolomits vom Ojo-Pank, auf Oesel, wurde der sehr feine schwarze Ueberzug eines Rückenschildes von *Encrinurus punctatus* mit möglichst

wenig Gesteinsunterlage abgetrennt und das 0,630 grm. wiegende Stückchen der Untersuchung (Behandlung mit Salzsäure, Trennung des unlöslichen Rückstands durch Filtriren und Aussüssen, Verbrennung des in Salzsäure unlöslichen Rückstands mit Kupferoxyd u. s. w.) unterworfen. Ich erhielt 0,151 grm. = 23,9 pC. unlöslichen Rückstand.

0,100 grm. dieses in Salzsäure unlöslichen Rückstands gaben
0,0035 grm. Kohlensäure = 0,00095 grm. Kohlenstoff
= 0,22 pC. Kohlenstoff der ganzen Substanz.

Von demselben Handstück wurden 5,420 grm., aber ohne erkennbare Reste solch schwarzer Ueberzüge, abgetrennt und der gleichen Untersuchung unterworfen. Man erhielt 1,269 grm. = 25,4 pC. unlöslichen Rückstand.

1,195 grm. dieses in Salzsäure unlöslichen Rückstands gaben
0,027 grm. Kohlensäure = 0,00836 grm. Kohlenstoff
= 0,16 pC. Kohlenstoff der ganzen Substanz.

b) Von einem Handstück grauen Dolomits von Koggowa-Sär, auf der Insel Moon, wurde der feine Ueberzug zweier Schalen von *Terebratula reticularis* mit möglichst wenig Gesteinsunterlage abgetrennt und wie bei *a* untersucht. 0,993 grm. der Substanz gaben 0,296 grm. = 29,8 pC. in Salzsäure unlöslichen Rückstand.

0,247 grm. dieses in Salzsäure unlöslichen Rückstands gaben
0,0145 grm. Kohlensäure = 0,0039 grm. Kohlenstoff
= 0,463 pC. Kohlenstoff der ganzen Substanz.

Von demselben Handstück abgeschlagene 8,833 grm., frei von erkennbaren Resten schwarzer Ueberzüge, gaben 3,111 grm. = 35,2 pC. in Salzsäure unlöslichen Rückstand.

0,816 grm. dieses in Salzsäure unlöslichen Rückstands gaben
0,017 grm. Kohlensäure = 0,00463 grm. Kohlenstoff
= 0,213 pC. Kohlenstoff der ganzen Substanz.

Berechnet man nun aus dem gefundenen Kohlenstoff die Menge der organischen Substanz und zwar, nach dem bereits weiter oben gemachten Vorschlage, in Gestalt von Huminsäure, so erhält man folgende Werthe:

100 Theile Dolomit enthalten:

	Kohlenstoff.		Organische Substanz.
a) Grauer Dolomit vom Ojo-Pank,			
mit schwarzen Ueberzügen	0,22	=	0,379
ohne schwarze Ueberzüge	0,16	=	0,276
b) Grauer Dolomit von Koggowa-Sär,			
mit schwarzen Ueberzügen	0,463	=	0,798
ohne schwarze Ueberzüge	0,213	=	0,367

Da es, wegen der Zartheit der schwarzen Ueberzüge, nicht möglich war die schwarze Substanz rein von anhängendem Muttergestein zu gewinnen, da vielmehr die beiweiten grösste Gewichtsmenge einer solchen zur Analyse vorbereiteten Probe aus dem Muttergestein bestand, so muss das Urtheil, wie viel denn eigentlich Kohlenstoff und respective organische Substanz in den schwarzen Ueberzügen allein enthalten gewesen sei, suspendirt bleiben. Allein so viel ist gewiss, dass die in ihnen enthaltene Menge von Kohlenstoff und respective organischer Substanz eine sehr grosse war, weil sonst die Analyse keine solche Differenz zwischen dem Kohlenstoffgehalt des reinen und des mit diesem Ueberzuge versehenen Muttergesteins hätte ergeben können. Eine Bestimmung des etwa in diesem Ueberzuge enthaltenen Doppeltschwefeleisens musste meinerseits aus Mangel an Material unterbleiben; nur erwähne ich hier ausdrücklich, dass die mikroskopische Betrachtung der von mir untersuchten schwarzen Ueberzüge keinen Schwefelkies erkennen liess. Ja selbst wenn dies der Fall gewesen

wäre (wie denn in der That schon mit blossen Augen sichtbarer Schwefelkies sehr häufig in solchen schwarzen Ueberzügen vorkommt), so würde doch dieser Umstand meine Behauptung, dass die schwarze Farbe aller dieser Ueberzüge durch die organische Substanz bedingt sei, nicht im Mindesten wanken machen, so lange nicht nachgewiesen wird, dass es solche schwarze, Doppeltschwefeleisen oder Schwefelkies enthaltende Ueberzüge gebe, welche überhaupt keinen [1]) und insbesondere keinen grössern Kohlenstoffgehalt als die Gesteinsunterlage nachweisen lassen.

1) Zwar sagt Goebel (S. 265 seiner Abhandlung), wo er von den Fucoiden des untern silurischen blauen Thons spricht: „Die wenigen, vorläufig auf einen Gehalt von Kohlenstoff in den schwarzen Stellen von mir geprüften Stücke liessen keinen erkennen;“ allein man möge nicht übersehen, dass diese Prüfung nur eine „vorläufige“ genannt und gar nicht weiter angegeben wird, nach welcher Methode man diese Prüfung unternommen habe.

X.

Untersuchung eines am $\frac{29.\ \text{April}}{11.\ \text{Mai}}$ 1855 auf Oesel niedergefallenen Meteorsteins.

Von Adolph Goebel.

(Vorgelegt im December 1855.)

Im Verlaufe meiner im verwichenen Sommer im Auftrage unserer Naturforscher-Gesellschaft unternommenen Wanderung durch die Inseln Moon und Oesel, erfuhr ich, dass, etwa zwei Monate vorher, bei dem im Nordwesten Oesels, am Ostufer der schönen Bai von Piddul belegenen Kaande-Gesinde, zum Krongute Mustelhof gehörig, ein Meteorstein gefallen war. Dies wurde ein Beweggrund, um mich sofort an Ort und Stelle zu begeben. Am 28. Juni langte ich, in Gesellschaft der Hrn. Fr. Schmidt und A. v. Sass, daselbst an. In dem Dorfe fanden sich nur wenige Kinder und Weiber gegenwärtig; die Männer waren theils zur Feldarbeit gewandert, theils auf der See. Unter den letztern Abwesenden befand sich leider auch der Hauptaugenzeuge des stattgehabten Phänomens. Man zeigte uns die Vertiefung im Boden, welche der Stein beim Niederfallen verursacht hatte. Dieselbe lag etwa 40 Schritte vom Meeresufer, welches hier, von dolomitischen Felsplatten gebildet, die sich in sanfter Neigung unter dem Meeresspiegel verlieren, einen langen, gleichförmigen, von

NNO nach SSW sich hinziehenden Schutzwall sehen lässt, der aus meist blendendweissen, faust- bis kopfgrossen Trümmern jener obersilurischen Platten besteht. Dieser Uferwall erhebt sich, oft in zwei Absätzen ansteigend, auf 8 bis 12 Fuss über das Niveau des Meeres, um landeinwärts sofort sehr allmälig sich abzudachen. Gegen dreissig Schritt vom Küstensaume, findet sich die Vegetation in Gestalt einer dünnen Grasnarbe auf den Trümmermassen ein, und hier befand sich das Lager des Meteoriten, eine länglich eiförmige Vertiefung im steinigen Trümmerboden, genau in der Richtung von ONO nach WSW eingerissen, deren Ansehen sehr wohl darauf hinwies, dass hier ein fester Körper in schräger Richtung in den Erdboden gedrungen war. Die Vertiefung zeigte anderthalb Fuss Länge; sie erschien 10 bis 11 Zoll breit, gegen die Enden hin verschmälert. Die Tiefe betrug an der breitern Basis 4 Zoll und wuchs, nach der schmälern südwestlichen Spitze hin, auf 7 bis 9 Zoll. Die Seitenwände und der Boden derselben waren aus fest zusammengebackenen, abgerundeten dolomitischen Trümmern gebildet und trugen nicht das mindeste Zeichen der Lockerung an sich, ausser an der Spitze der Höhlung, wo die unter der deckenförmig darüberliegenden Grasnarbe eindringende Hand auf etwas lockere Erde und einige lose Steine stiess. Diese Umstände drängten zu der Ueberzeugung, dass man die durch das Niederfallen des Aërolithen entstandene Höhlung noch fast in ihrer Ursprünglichkeit vor sich habe. Auch versicherten die Leute im Dorfe, dass das Ganze, bis auf die Herausnahme des Steines, fast unberührt geblieben war. Uebrigens liess sich diese Vertiefung, nach Wegreissen der Grasnarbe, nach allen Richtungen hin mit Leichtigkeit vergrössern, was ich, nach geschehener Besichtigung und Messung, zu thun mich veranlasst sah, in

der Hoffnung, vielleicht noch einzelne Trümmer des Meteoriten auffinden zu können.

Nach der Aussage der Leute, sollten noch mehrere Steine nahebei in die See gefallen sein; eine deshalb von mir angestellte Nachsuchung in der durch die Vertiefung am Ufer angedeuteten Richtung, sowol am Strande, als auch bis auf ein paar hundert Schritte vom Ufer entfernt in der See, blieb indess ohne Erfolg. Die durch dünne Algenlagen bedingte ausserordentlich schlüpfrige Beschaffenheit des Felsengrundes, welcher einzelne erratische Blöcke trug und hin und wieder von weit fortgesetzten schmalen Gesteinklüften durchzogen war, so wie die bei einer grössern Tiefe, von 6 bis 9 Fuss, an Ueppigkeit zunehmende Algenvegetation, erschwerten das Nachsuchen, welches daher auch lange nicht hinreichend genau durchgeführt werden konnte.

Die Bewohner des Dorfes hatten die ganze Begebenheit des Steinfalls für die Wirkung eines englischen Wurfgeschosses gehalten [1]) und es war darüber nach Arensburg berichtet worden. In Folge dessen, hatte sich der Hr. Ordnungsrichter v. Poll sogleich an Ort und Stelle begeben, um den Sachbestand zu ermitteln. Hr. v. Poll hatte die Güte, bei meiner spätern Anwesenheit in Arensburg, das bei jener Gelegenheit aufgenommene Protocoll mir mitzutheilen, welches ich in Folgendem nur wenig verkürzt wiedergebe.

---

1) Ich sah in Kaande Bruchstücke einer, nach deren Krümmung zu urtheilen, mindestens zehnzölligen Bombe, die kurze Zeit vor unserer Ankunft, bei Gelegenheit der Jagd eines englischen Dampfers auf ein in die Piddulbucht sich flüchtendes Dagden'sches Schiff, von jenem geworfen und nur ein paar hundert Schritte von dem Punkte entfernt, wo der Meteorit niederfiel, im Walde geplatzt war.

Im Eingange wird unter Andern erwähnt, dass auf dem Hofe des Gutes Mustelhof, am Freitag, den 29. April, Mittags um 2 Uhr, ein dem Kanonendonner ähnliches Knallen gehört worden war, wonach man später erfahren hatte, dass, etwa 9 bis 10 Werst davon, am Strande bei Kaande, ein Stein vom Himmel gefallen sei, wobei ein Donnern stattgefunden hatte. Weiter fährt das Protocoll fort:

.... In Kaande zeigte der Lostreiber Jaan Melow aus Mustelhof, 30 Jahre alt, Folgendes an: Am Freitag, den 29. April, Mittags etwa um 2 Uhr, habe er sich in der Nähe seiner Wohnung, auf einer Bank sitzend, beschäftigt. Es wehte ein starker Ostwind; der Himmel war klar und die Sonne schien. Plötzlich habe er ein donnerähnliches Knallen, aus östlicher Richtung kommend, in der Luft vernommen, welches sich, nach kurzen Unterbrechungen, sechsmal wiederholte. Nach jedesmaligem Donner, habe er einen pfeifenden Ton in der Luft gehört, hinaufgesehen und einen schwarzen Streifen, der sich in die See verzogen, bemerkt. Plötzlich habe sich der siebente Donnerschlag hören lassen, durch seine Heftigkeit vor allen früheren sich auszeichnend, ein Knallen und Krachen, — worauf, etwa 50 Faden vor ihm, Etwas mit grosser Gewalt auf die Erde gefallen war. Vor dem Fall habe er den pfeifenden Ton nicht weit über sich gehört und geglaubt, dass eine Kanonenkugel über ihm fliege. Als der Gegenstand gefallen war, sei er zum Wohnhause gelaufen, habe die Leute herausgerufen und zu ihnen gesagt: „ihr sitzt hier ruhig, während unser Haus zu Grunde geschossen wird; eben fiel eine Kugel!" Auf diese Worte hin, sei das übrige Hausgesinde in grosser Angst herausgekommen und hätte gleichfalls den schrecklichen Lärm gehört, wobei, namentlich bei dem letzten Knall, die Erde und das Haus gebebt hätten. Nun seien

sie zu der Stelle, wo, seiner Meinung nach, eine Kugel gefallen war, hingegangen, und hätten einen etwa einen Fuss langen Stein daselbst gefunden, der ein $^3/_4$ Ellen (?) tiefes Loch in die Erde geschlagen hatte, welches gegen anderthalb Fuss im Durchmesser hielt. Der Stein habe mit seinem spitzen Ende voran gelegen, das dickere Ende gegen 9 bis 10 Zoll im Durchmesser haltend. Dieser Stein sei von aussen schwarz angebrannt gewesen und man habe deutlich sehen können, dass mehrere Stücke abgesprungen sein mussten; zwei Seiten aber seien ebener und von schmutzig-gelber Farbe gewesen. Die kleinen Kinder hätten später, durch Aufwerfen grösserer Geschiebe, den Stein zerschlagen, dessen Farbe im Innern bläulich gewesen sei, der aber nachgehends, als der Regen ihn angefeuchtet hatte, durch und durch Rostflecken angenommen habe.

Im Dorfe Ninnas (an der nordöstlichen Spitze der Landzunge gelegen, durch welche die Piddul-Bai von der Mustel-Bucht geschieden wird), circa 9 Werst in gerader Richtung von Kaande, habe man gleichfalls das Gekrach gehört.

Ferner äusserte derselbe Jaan Melow die Vermuthung, dass die schwarzen Streifen, die bei dem frühern sechsmaligen Gekrach sich sehen liessen, ebenfalls Steine gewesen sein müssten, welche in die See gefallen seien. Es habe auch sein Nachbar Ado Sepp, mit dessen vier Hausgenossen, von der Stube aus, gleichfalls das Gekrach gehört. Diese Aussage wurde von Jenem bestätigt.

Nachdem die Stelle, wo der Stein niedergefallen, besehen worden war, hatten sich die Angaben des Jaan Melow als richtig erwiesen. Ein Stück des Steines, angeblich dessen Spitze, wurde auch noch vorgefunden; es war zum Theil gelblich grau, stark von Rostflecken durchzogen, zum Theil von aus-

sen angebrannt, dabei von besonderer Schwere im Verhältniss zur Grösse, und deutliche Spuren darauf hinweisend, dass mehrere Stücke abgebröckelt waren.

Der Mustel'sche Disponent Ismael zeigte an, dass auf dem Gute Mustel mehrere Menschen das Gekrach und den pfeifenden Ton gehört hätten, und auch im Irrus-Dorf, 8 Werst von Mustelhof, nach Piddul zu, solches gehört worden sei.

Des Redik's Weib, Marre Sepp, 36 Jahre alt, aus Selglaste, unweit Piddul, zu Mustelhof gehörig, zeigte auf dem Hofe Mustelhof an: Am Freitag, den 29. April, um 2 Uhr, habe sie wegen Kopfschmerzen in der Nähe ihres Brunnens sich niedergesetzt, so dass ihr Kopf auf einer Steinplatte geruht. Bei ganz klarem Himmel und schönem Sonnenschein, habe sie dreimal Gewitter gehört, beim vierten Mal aber einen so heftigen Knall, dass alles Eis im Brunnen total zertrümmert worden sei, wobei sie ein starkes Zittern der Erde bemerkte, was sie am Aufstehen verhinderte. Ihrer Meinung nach, musste etwas in den 2 Faden Wasser enthaltenen Brunnen gefallen sein.

Alle diese Leute sind zu erschreckt gewesen, um noch genauere Auskunft ertheilen zu können.

In Kugalep erklärten die Leute gleichfalls das Knallen gehört zu haben.

Redik Sepp, 31 Jahre alt, hatte bei Kaande sein Feld gepflügt, das Krachen wol gehört, jedoch kein Zittern der Erde bemerkt. Dessen Aussage im Uebrigen gleichlautend mit der des Jaan Melow.

Tina Allas und Irrus hatten, mit mehreren andern Leuten, beim Pflügen, ein dem Kanonendonner ähnliches Gekrach und auch das Pfeifen deutlich gehört, jedoch kein Beben der Erde bemerkt.

Der bei der Grube aufgefundene Rest des Steines wurde zur Einsendung nach Riga mitgenommen.

Das amtliche Protokoll ist unterschrieben von dem Ordnungsrichter A. v. Poll.

So weit dessen Inhalt. Abgesehen davon, dass einzelne Angaben der Bauern an offenbarer Uebertreibung leiden, so ist die Kenntniss der hierin mitgetheilten Thatsachen gewiss schätzenswerth, da wir überhaupt nur sehr wenige Beschreibungen solcher an sich selten vorkommenden und noch seltener zur Beobachtung gelangenden Phänomene besitzen.

In Piddul, wohin wir uns zunächst von Kaande begaben, war die Erscheinung ebenfalls wahrgenommen worden, und es ist nicht ohne Interesse die Worte zu lesen, welche der würdige Besitzer von Piddul, der Herr Landrath Eduard v. Toll, alsbald nach stattgehabtem Ereigniss aufgezeichnet hatte. Sie lauten:

„Am 29. April 1855, Nachmittags zwischen 3 und 4 Uhr, fiel bei Kaande-Gesinde, 7 Werst von hier, ein Meteorstein, nach den Stücken zu urtheilen, zwischen 1 und 2 Pud schwer, zur Erde herab. Bei dem gegenwärtigen Kriege, haben wir im vorigen Frühjahr, wie im diesjährigen, öfter das Kanoniren englischer und französischer Schiffe gehört, auch mitunter deren Einfahrt in die Hundswiek oder Piddul-Bucht gesehen. So hatten die Leute auch am 29. April, um etwa 3—4 Uhr, ein solches heftiges Kanoniren, wie sie meinten, gehört, in Folge dessen der Gärtner mich fragte, als ich auf den Hof trat, ob auch ich den Kanonendonner gehört hätte; es habe die am Graben liegende untere Steinriege „wie eine Glocke geklungen," so heftig wäre das Schiessen gewesen. Als das Auffallendste aber sei ihm dabei ein besonderes Pfeifen erschienen; es müssten also die Engländer

und Franzosen wol sehr nahe sein. Darauf fuhr ich mit meinem Sohne Richard [1]) zwischen 6 und 7 Uhr an den Strand (7 Werst von Kaande), wo ich einige Schiffszimmerleute bei meinen Fahrzeugen beschäftigt hatte. Bei der an die Leute gerichteten Frage, ob sie das Kanoniren gehört hätten, erwiederten sie: „ja, sehr gut; aber Schiffe waren nicht zu sehen; „sie müssten denn höher nach Dagden herauf gelegen haben; „vielleicht haben sie dort ans Land geschossen; es sei dabei „ein sonderbares Pfeifen zu hören gewesen, wie sie früher es nie vernommen hätten und wobei ihnen eine Furcht „angekommen sei."

Wie ersichtlich, stimmt dieser Bericht mit dem Vorigen im Wesentlichen überein, und differirt nur in der genauern Angabe der Stunde am Tage. Da in Kaande sich keine Uhr befand und die Zeitangaben der Bauern nur ganz allgemeine, nach dem Stande der Sonne und der Eintheilung der Tagesarbeit sich richtende zu sein pflegen, so dürfte es wenig zweifelhaft erscheinen, die Angabe des Herrn v. Toll (3—4 Uhr) für die richtigere zu halten.

In Kiddimetz, circa 11 Werst östlich von Kaande, war das Getöse gleichfalls vernommen worden; auch soll daselbst von pflügenden Bauern das Niederfallen eines oder mehrerer Steine gesehen worden sein. Näheres habe ich indess darüber bis jetzt nicht in Erfahrung bringen können.

Nach den im Vorhergehenden angegebenen Daten, war mithin das Phänomen auf einem Flächenraume von mindestens 380 Quadratwersten (fast $7^3/_4$ Quadratmeilen) wahrgenommen worden. Auch ist es aus den gesammelten Berichten wol sicher, dass wir es nicht mit dem Fall eines einzelnen Steines, sondern mit einem förmlichen Meteorschauer zu thun

---

1) Offizier der kaiserlichen Marine, ausser Dienst.

haben. Es wäre zu wünschen, dass auf Oesel noch weitere Nachforschungen über die andern bei dieser Gelegenheit niedergefallenen Steinmassen angestellt würden, so namentlich über den bei Kiddimetz angeblich in ein Ackerfeld eingedrungenen Aërolithen. Ferner ist es auch sehr möglich, dass ein Paar der, nach des Bauern Jaan Melow's Aussage, mit pfeifendem Geräusch über Kaande durch die Luft gezogenen Steine (die schwarzen Streifen), statt in die See gefallen zu sein, auf das fast ganz unbewohnte Südwestufer der Piddul-Bucht gelangt wären, bis wohin die Nachforschungen ebenfalls auszudehnen sein würden.

Der uns vorliegende Meteorit gehört, seinem Ansehen und seiner Zusammensetzung nach, zur Klasse der gewöhnlichen, metallisches Eisen enthaltenden oder normalen Meteorsteine. Um einen Begriff von der Quantität und Beschaffenheit des ganzen Steines zu haben, zähle ich im Nachstehenden alle grösseren Theile desselben, die mir zu Gesicht gekommen sind, einzeln auf, wobei ich den Wunsch nicht unterdrücken kann, es möchten die zerstreuten Stücke, um sie vor dem Untergange zu sichern, baldmöglichst in den Besitz grösserer Sammlungen, vor Allen auch an unser Livländisches Museum gelangen.

1) Das grösste und schönste Bruchstück des Meteoriten, die angebliche Spitze desselben, fast 3 ½ Kilogrammen schwer, sah ich im Ordnungsgericht zu Arensburg. Es hatte eine reine, etwas dunkle, bläulichgraue Grundmasse, mit verhältnissmässig sehr wenigen Rostflecken, da es, in der Erde steckend, durch die darüberliegende Grasnarbe vor dem später herabgefallenen Regen mehr geschützt gewesen war. Einzelne Parthieen des ausgeschiedenen Schwefeleisens erreichten Erbsen-

grösse. Die Gestalt war im Allgemeinen die einer unregelmässigen, abgestumpften Pyramide mit breiter, 6 bis 7 Zoll Durchmesser haltender Basis, welche die Bruchfläche darstellte. Die von schwarzer Rinde umzogenen Aussenflächen boten zolllange, sehr unregelmässige, wellenförmige Vertiefungen und diesen entsprechende stumpfe, hervortretende Höcker dar. Es befindet sich dieses Exemplar gegenwärtig zu St. Petersburg, in der Sammlung des Herrn Ministers des Innern, Geheimeraths Grafen Perowsky.

2) Ein zweites schönes Bruchstück, ungefähr 1 Kilogramm wiegend, an dessen von schwarzer Rinde umzogener Aussenfläche die Höcker und Vertiefungen, ähnlich wie beim vorhergehenden, besonders eckig und schroff hervortreten, befindet sich im Besitz des Herrn Landraths von Toll auf Piddul und ist von ihm vorläufig unserer Naturforscher-Gesellschaft freundlichst zugesagt worden.

3) Ein circa 800 grm. schweres, derbes Stück, mit in stumpfe Kanten ausgehender schwarzer Aussenfläche und einzelnen erbsengrossen metallischen Ausscheidungen auf der Bruchfläche, befindet sich in den Händen des Herrn Ordnungsrichters von Poll zu Arensburg.

4) Ein 412 grm. wiegendes Bruchstück, woran gleichfalls ein Theil der in stumpfe Kanten ausgehenden schwarzen Aussenfläche erhalten ist, wurde von dem Herrn Landrath von Toll, durch den Herrn Oberpastor Hesse in Arensburg, an den Herrn Curator des Dorpater Lehrbezirks, Geheimerath von Bradke, gesendet, der selbiges dem mineralogischen Cabinet unserer Universität einverleibte. Daselbst befindet sich auch noch ein kleines, 8 bis 9 Gramm wiegendes Stück.

5) Ein 420 grm. schweres, 5 1/2 Zoll langes, schmales

Bruchstück, das nur an dem einen spitzeren Ende in wenigen Quadratlinien die schwarze Aussenfläche sehen lässt, verdanke ich der zuvorkommenden Güte des Herrn Landraths von Toll. Dasselbe befindet sich jetzt in der Sammlung unserer naturforschenden Gesellschaft.

6) Ein 146 grm. wiegendes, charakteristisches, eine fast rechtwinkelige Ecke des Aërolithen darstellendes Bruchstück erhielt ich von Bauerkindern zu Kaande. Die die Ecke bildenden schwarzen Rindenflächen sind unregelmässig gekrümmt. Es ist gleichfalls in der Sammlung unserer Gesellschaft aufbewahrt.

7) Mehrere kleinere Stücke, zusammengenommen circa 140 grm. schwer, die ich zum grössten Theil in Kaande selbst, oder später aus Oesel nachgesandt erhielt.

Endlich sind hier und da zerstreut kleine, 2 bis 25 grm. schwere Splitter und Bruchstücke bei mehreren Privatpersonen in Oesel und Livland anzutreffen. Auch werden wahrscheinlich noch einzelne grössere Bruchstücke bei den Landleuten der Mustel'schen (Kaande'schen) Gegend zu finden sein.

Alle diese Exemplare, mit einziger Ausnahme des unter Nr. 1 bezeichneten, und eines kleinen, 50 grm. schweren Stückes, das ich der Güte des Herrn Ordnungsrichters von Poll verdanke, haben mehr oder weniger von Feuchtigkeit gelitten, zeigen zahlreiche Rostflecken auf der Bruchfläche und sind von weit hellerer Grundmasse, die bisweilen von gebildetem Eisenrost eine schmutzige, gelbgraue Farbe hat.

Wenn es erlaubt ist nach den gesehenen Bruchstücken und der Form der Vertiefung im Boden zu urtheilen, so dürfte die Gestalt des ganzen Meteors die einer sehr unregelmässigen, abgestumpften Pyramide gewesen sein.

Die im Vorhergehenden aufgezählten Stücke bilden gewiss

einen grossen, wenn nicht den grössten Theil der ursprünglichen Gesammtmasse, und doch beträgt die Summe ihrer Gewichte kaum 6 Kilogrammen (12 Pfund), was wenig mit den Vorstellungen übereinstimmt, die man sich nach den Angaben der im Vorhergehenden gelieferten Berichte gebildet haben könnte. So zeigt eine oberflächliche Berechnung, wenn man die Angaben des Bauern Jaan Melow zu Grunde legt und den Meteoriten als abgestumpften Kegel ansieht, dessen Höhe 12 Zoll und die Durchmesser der Grundflächen 9 und 5 Zoll engl. betragen, — das gefundene spec. Gew. 3,668 zu Grunde gelegt, — dass das Gewicht des Steines fast 28,5 Kilogrammen, d. h. fast 57 Pfund betragen haben müsste, eine Zahl, die, wenn auch offenbar viel zu gross, immerhin einen Maximum-Grenzwerth abgeben mag.

Untersuchung des Steines.

Die reinschwarze Rinde ist 0,5 bis 0,75 millim. dick, sehr fest, von feinen, unregelmässig verlaufenden Rissen und Spalten durchzogen, rauh und von sehr mattem Wachsglanz. Sie enthält unveränderte Körnchen metallischen Eisens, die erst beim Anfeilen sichtbar werden. Selten zieht sich die schwarze geflossene Rindenmasse, sehr feine scheidewandartige Spalten ausfüllend, in die Grundmasse hinein.

Die Grundmasse ist bei den hellern Bruchstücken ziemlich fest und hart, bei denen von dunklerer Farbe etwas bröcklig und abstäubend, in kleinen Stückchen mit den Fingern zerreiblich. Die innern Theile sind übrigens fester, als die nach der schwarzen Peripherie zu gelegenen. Ihre Farbe ist ursprünglich nicht überall gleich, meist hellblaugrau, an andern Parthien dunkelblaugrau; die meisten Stücke haben Rostflecken und zuweilen ein durch Feuchtigkeit bedingtes, durchweg

schmutziges Ansehen erhalten. Die frische Bruchfläche zeigt, mit der Loupe betrachtet, Folgendes:

1) Eine grosse Menge silberweisser, metallischer Körnchen nickelhaltigen Eisens meist von mikroskopischer Kleinheit und nur selten bis zu der Grösse einer Linse zunehmend. Dieselben zeigen oft einen röthlichen oder gelblichen Schimmer, sind meist kugelig geflossen, haben aber höchst unregelmässig geformte Oberflächen voll Höhlungen und Gänge, die von Steinsubstanz erfüllt sind. Sie lassen sich ziemlich leicht aus dem Stein herausnehmen, sind stark magnetisch, sehr dehnbar, dabei brüchig, gleich dem iridiumhaltigen Platin, und reduciren für sich, oder zu Plättchen ausgehämmert, sogleich die schwefelsaure Kupferlösung. Ihre Härte ist bedeutend; beim Hämmern eines linsengrossen Körnchens auf einer zolldicken Eisenplatte, drang es in dieselbe ganz ein; auf einer Stahlplatte gehämmert, hinterliess es schwache Eindrücke darauf. Ein solches gehämmertes und polirtes Plättchen wurde von verdünnter Salpetersäure sehr ungleich angegriffen und zeigte, unter der Loupe betrachtet, ziemlich unregelmässige Zeichnungen (Widmanstädtische Figuren). Von kalter Chlorwasserstoffsäure wurden die Körnchen langsam gelöst, wobei sich, neben Wasserstoffgas, stets etwas Schwefelwasserstoff entwickelte und meist etwas mechanisch beigemengte, ungelöste Steinsubstanz zurückblieb.

2) Metallische Punkte und Körnchen von glänzend gelber Farbe. Dieselben erreichen selten die Grösse einer kleinen Erbse, sind blättrig, krystallinisch, sehr spröde, unmagnetisch, innig mit der Steinsubstanz verwachsen, an der Luft leicht anlaufend und sich durch Feuchtigkeit mit einer Rinde von Eisenoxydhydrat überziehend. Sie lösten sich mit Leichtigkeit sogleich beim Uebergiessen mit kalter verdünnter Chlorwasser-

stoffsäure, unter starker Schwefelwasserstoffentwickelung, auf, und bestehen aus reinem Schwefeleisen. Obwol für sich völlig indifferent gegen den Magnet, enthalten sie stets doch etwas magnetisches Nickeleisen eingelagert, von dem sie indess leicht durch einige sanfte Hammerschläge befreit werden können.

3) Punkte und Körnchen von matter, reinschwarzer oder blauschwarzer Farbe. Die Anzahl derselben war verhältnissmässig sehr gering. Sie werden vom Magnet angezogen, obwol nicht in dem Grade wie das Nickeleisen. Einige oxydirten sich leicht, andere widerstanden der Einwirkung der Feuchtigkeit länger. Nur schwierig konnten einzelne grössere derselben isolirt werden. Sie waren spröde, pulverisirbar, lösten sich nur theilweise in erwärmter verdünnter Chlorwasserstoffsäure, wobei sich reichlich Schwefelwasserstoff entwickelte und meist ein weissgraues, körniges Pulver, von unzersetzter beigemengter Steinsubstanz herrührend, ungelöst zurückblieb. Einzelne wenige der Körnchen waren glänzend, und diese wurden von der Säure nicht angegriffen. Sie sind schwer zu deuten, und dürften ein Gemenge mehrerer Mineralien sein, unter denen ein magnetisches schwarzes Einfach-Schwefeleisen vorherrschend, ferner Chromeisen, und vielleicht Augit vorhanden ist.

4) Kugelige Ausscheidungen, die sich in Nichts von der Grundmasse selbst unterscheiden, nur dichter, härter und feinkörniger als diese sind und zuweilen dunkler gefärbt erscheinen. Sie enthalten ihrerseits, ebenso wie die Grundmasse, die vorherbeschriebenen metallischen Theilchen in Menge eingesprengt. Diese kugeligen Ausscheidungen lassen sich, wo sie grösser sind, leicht mit der Pinzette herausnehmen oder herausstossen und hinterlassen alsdann eine

mehr oder minder regelmässige Höhlung. Die Bruchfläche des Meteoriten, mit der Loupe betrachtet, bietet eine Menge solcher rundlicher Höhlungen dar.

5) Zahlreiche rundliche dunklere Flecke von meist bläulicher Farbe, offenbar von den hier dichter zusammengedrängten, feinzertheilten, metallischen und Schwefeleisen-Theilchen herrührend.

Wurde der Stein zu einem gröblichen Pulver zerstossen, alles Magnetische ausgezogen und der Rest mit Weingeist oder Wasser geschlämmt, so liess sich unter der Loupe oder dem Mikroskop deutlich erkennen, dass die Grundmasse wesentlich aus einem rein weissen, durchscheinenden, krystallinischen Mineral bestand, welchem einzelne durchscheinende rostfarbene Parthieen beigemengt waren. Diese Grundmasse wurde durch Säuren in ein lösliches (Olivin) und ein Gemenge mindestens zweier unlöslichen Silicate zerlegt. Uebrigens waren auch hier den geschlämmten krystallinischen Theilchen metallische Partikeln beigemengt, die, grossentheils fein eingesprengt, durch noch so feines Pulvern, Schlämmen und Ausziehen, vermittelst des Magneten auf mechanischem Wege nicht völlig davon zu trennen waren.

Nach Behandlung des Meteorsteinpulvers, namentlich dessen unmagnetischen Theils, mit Fluorwasserstoff- und concentrirter Schwefelsäure, und nach dem Auflösen der schwachgeglühten schwefelsauren Salze in verdünnter warmer Chlorwasserstoffsäure, hinterblieb eine sehr geringe, kaum 0,2 pC. des Ganzen betragende Menge eines schweren, krystallinischen, schwarzen Pulvers, dessen Bruch- und Krystallflächen starken Glanz zeigten. Diese krystallinischen Theilchen, meist aus **Chromeisen** bestehend, zeigten, unter der Flüssigkeit befindlich, besonders beim Erwärmen, eine grosse Neigung sich zu

kugeligen Aggregaten zusammenzuballen, die, beim Versuche sie mit dem Platinspatel zu theilen, gewöhnlich wieder zusammenflossen. Sie erwiesen sich indess, sowol unter der Flüssigkeit befindlich, als auch abfiltrirt und getrocknet, völlig indifferent gegen den Magneten. Eine nähere Angabe hinsichtlich des Krystallsystems war, wegen der zerstörten Beschaffenheit der einzelnen Individuen, nicht möglich.

Unter diesem schwarzen krystallinischen Pulver befinden sich einzelne wenige mit dem blossen Auge sichtbare weisse Körnchen von starkem Diamantglanz, deren Natur ich, wegen der ausserordentlich geringen Menge, die mir bis jetzt davon zu Gebote stand, vorläufig dahingestellt sein lassen muss. Mit Gewissheit kann nur Folgendes angegeben werden. Der Durchmesser der grössten unter ihnen überstieg kaum 0,25 millim. Ihre Gestalt war meist länglich, krystallinisch, flachtafelartig; unter der Loupe oder dem Mikroskop gesehen, zeigten sie sich völlig farblos und durchsichtig, einzelne schwarze Punkte einschliessend (wol eingemengtes Chromeisen) und von muschlig-splitterigem Bruch. Sie waren spröde und zerbrechlich, konnten durch Drücken des Deckgläschens gegen den Objectträger zu knirschendem Pulver zerrieben werden, ritzten aber die Glasfläche nicht sichtbarlich. Mit einem Stück weichen Silbers gegen einen geschliffenen Bergkrystall oder eine Feldspathfläche gerieben, zersprangen sie, ohne dass jene sichtbar angegriffen wurden; wegen der Kleinheit des Gegenstandes, dürfte indess dieser letztere Versuch Nichts beweisen. Mit Fluorwasserstoffsäure übergossen, die dann durch Abdampfen und Glühen verjagt wurde, blieben sie, auch nach mehrmaliger Behandlung auf diese Weise, in allen ihren Eigenschaften, namentlich in ihrem starken Glanze, unverändert. Ebensowenig schien concentrirte Schwefel- und Chlorwasserstoff-

säure auf sie einzuwirken. An specifischer Schwere gaben sie dem Chromeisen Nichts nach; wenigstens konnten sie durch Schlämmen durchaus nicht von demselben getrennt werden. Auch blieben sie durch Glühen an der Luft scheinbar unverändert. Die Anstellung weiterer Versuche erlaubte der Mangel an Material nicht, dessen gesammte Menge, aus den Rückständen von ungefähr 12 grm. Meteorstein gewonnen, noch keinen Milligramm betrug. Nach ihrem Verhalten gegen Säuren und ihren übrigen Eigenschaften zu schliessen, dürften sie vielleicht Zinnerz (SnO_2) sein.

Die bald in stumpfen, bald spitzen Winkeln aneinanderstossenden, gekrümmten Flächen des Meteoriten, die durch das Zusammentreffen dreier oder mehrerer solcher wellenförmigen Flächen gebildeten unregelmässigen, schroff hervorstehenden Höcker, in einzelnen Fällen hornartig gekrümmt, wie solches z. B. an dem im Besitze des Herrn Grafen Perowsky befindlichen Stücke zu sehen ist, geben der ganzen Steinmasse das Ansehen, als wenn sie, in einem freien sauerstofflosen Raume dünnflüssig geschmolzen, sich in kreisender Bewegung befunden habe und alsdann, noch in Bewegung befindlich, ziemlich rasch erkaltet sei, ohne dass sie Zeit gehabt hätte, dem Gesetz der Schwere folgend, zur natürlichen, glattkugeligen Form zurückzukehren. Für diese Ansicht spricht auch die scheinbar so gleichmässige Vertheilung der feinen metallischen Theilchen, welche nirgends an einer Stelle besonders zusammengehäuft erscheinen und, nur selten von der Grösse eines Hirsekorns, nirgends, der specifischen Schwere folgend, zu einem grössern zusammenhängenden Regulus sich vereinigten, wie dies hätte geschehen müssen, wenn die ganze Masse in geschmolzenem Zustande an einem unbeweglichen Punkte sich befunden hätte. Hierauf dürfte die Masse, in

42

welcher beim Erkalten einzelne wenige feine Spalten entstanden waren, einer plötzlichen Glühhitze ausgesetzt worden sein, — und zwar abermals ohne Einwirkung des Sauerstoffs, — in Folge deren die schwarze, scharf gegen das Innere abgeschnittene Rinde entstand und die an der Peripherie befindlichen Schwefeleisen- und Nickeleisenkörnchen sich mit einem sehr dünnen Ueberzuge der specifisch leichtern geschmolzenen Steinsubstanz umzogen. Hierfür sprächen auch folgende Versuche.

Ein Stückchen aus dem Innern des Meteoriten, der Spitzflamme des Löthrors ausgesetzt, färbte sich, unter Entwickelung von schwefliger Säure, dunkelroth und wurde an der Aussenfläche endlich schwarz, ähnlich der Rinde des Steines. Diese schwarze Farbe ging aber in allmäliger Abstufung, durch die braune und ocherrothe, in die natürliche Farbe des Steines über, ohne grell gegen dieselbe abgeschnitten zu sein, wie im Steine selbst. Ferner: 2,5 grm. des Steinpulvers wurden in einem kleinen bedeckten Platintiegel über der Gebläselampe einer halbstündigen Gelbglühhitze ausgesetzt; nach dem Erkalten, zeigte der aus dem Tiegel genommene, stark zusammengesinterte Kuchen fast von allen Seiten eine sehr dünne, schwarze Rinde, die in allmäliger Abstufung, durch Schwarzgrau, ins dunkelgraue Innere der Masse überging. Diese Versuche dürften dafür sprechen, dass der Meteorit in seiner jetzigen Gestaltung und in abgekühltem Zustande einer sehr plötzlich und heftig auf ihn einwirkenden Hitze ausgesetzt wurde, die aber nur Zeit hatte auf seine Peripherie rasch einzuwirken und im Stande war die gleichmässige, ziemlich dicke (0,75 millim.) Rinde hervorzubringen, jedoch wegen ihrer kurzen, man möchte sagen momentanen Dauer, der Gesammtmasse sich nicht mittheilte. Wird ein Theil der schwarzen Rinde des Steines von der auf ihrer In-

nenseite fest angeschmolzenen, weissgrauen Steinmasse mit Hülfe einer Feile befreit, so gewahrt man hier auch nicht die mindesten Zeichen einer stattgehabten Oxydation der Eisenkörnchen; die der Steinsubstanz zugekehrte Innenseite der Steinrinde ist ebenfalls rein schwarz, ohne allmäligen Farbenübergang in jene, und enthält zahllose unveränderte Schwefeleisen- und Nickeleisenkörnchen eingeschlossen, welche aus ihr in die helle Steinsubstanz hineinragen. Diese letztern bedingen auch die äussere Rauhigkeit der Rinde und können mit Leichtigkeit durch ein paar Feilstriche blossgelegt werden. Sie verleihen dabei der Rinde eine solche Härte und Festigkeit, dass englische feingehauene Feilen in wenigen Augenblicken sich daran abnutzen. Wird diese schwarze Aussenrinde mit etwas Chlorwasserstoffsäure betupft, so entwickeln sich sofort Schwefelwasserstoff- und Wasserstoffgas. Diese Umstände dürften dafür sprechen, dass die stattgehabte äussere Schmelzung, das bei Meteorsteinen vor ihrem Niederfallen zuweilen beobachtete Erglühen, in einem sauerstofffreien Raume stattgefunden haben müssten, und machen die gewöhnliche Annahme, dass die äussere Rindenschmelzung erst innerhalb der Athmosphäre unserer Erde vor sich gegangen sei, sehr bedenklich.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichts, wurde das gröbliche Pulver eines Bruchstücks angewendet, welches nicht von Rostflecken frei war. Dieses ergab sich, in einem Versuche, zu 3,668, bei 17° Celsius Luft- und Wassertemperatur.

Chemische Analyse.

Durch die qualitative Voruntersuchung wurde mit Sicherheit die Gegenwart folgender Stoffe in dem Meteoriten nachgewiesen:

Zinn, Nickel, Kobalt (nur schwache Spur), Mangan,

Eisen, Chrom, Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor, Kieselerde, Thonerde, Magnesia, Kalk, Natron, Kali; in Ganzen also, mit Einschluss des Sauerstoffs, 16 Elemente.

Der Kohlenstoff gab sich schon beim Auflösen eines Nickeleisenkörnchens in Chlorwasserstoffsäure kund, wobei das entbundene Wasserstoffgas den charakteristischen Geruch des bei Auflösung des Gusseisens erzeugten hatte. Ferner war sämmtliche Kieselerde, mochte sie nun durch Abdampfen der chlorwasserstoffsauren Lösung des Steinpulvers, oder aus dessen unlöslichem Rückstande durch Auskochen mit kohlensaurem Natron erhalten worden sein, braun, ja im trocknen Zustande zuweilen schwarz gefärbt; durch Glühhitze, bei Luftzutritt, erhielt sie ihre reinweisse Farbe wieder. Da indess der zur Analyse angewandte Stein bereits durch viele Hände gegangen war und auch auf andere Weise, im Laufe der Analyse, durch Reagentien, Filtrirpapier etc. kohlehaltige Substanz hineingekommen sein mochte, so wurde die quantitative Bestimmung der höchst geringen Menge des Kohlenstoffs, als mit zu vielen Fehlerquellen behaftet, unterlassen.

Von den fehlenden Körpern, überzeugte man sich noch namentlich von der Abwesenheit folgender Elemente und Verbindungen: Wasser, Schwefelsäure, Kohlensäure, Borsäure, Schwefelkies, Lithion, Baryt, Strontian, Beryllerde, Titan, Chlor, Fluor, Arsen, Molybdän, Blei, Kupfer, Silber.

Wird das Pulver des unmagnetischen Theils mit destillirtem Wasser ausgekocht, so lassen sich im Filtrat Spuren von Chlor, so wie höchst schwache Spuren von Schwefelsäure nachweisen. Die Erstern möchten aber dem Meteoriten nicht eigenthümlich sein, sondern durch dessen längere Aufbewahrung als Kinderspielzeug in einem Strandfischerdorfe

ihre Erklärung finden. Die Letztern haben sich offenbar erst durch Oxydation des Schwefeleisens bei der Behandlung mit lufthaltigem Wasser gebildet. Im chlorwasserstoffsauren Auszuge des unmagnetischen Theils war nie Schwefelsäure nachweisbar.

Wurde das Steinpulver mit Wasser ausgezogen und dann mit Salpetersäure behandelt, so war in der Lösung ebenfalls kein Chlor vorhanden.

Das von allen magnetischen Theilen möglichst befreite Steinpulver wurde in einem kleinen Glasballon mit starker siedender Chlorwasserstoffsäure behandelt und die sich entwickelnden Gase durch zwei Vorlagen, bestehend aus einem Glasballon und einem Will-Varrentrapp'schen Apparat, beide eine ammoniakalische salpetersaure Silberlösung enthaltend, geleitet, das gebildete Schwefelsilber mit rauchender salpetriger Salpetersäure behandelt und, nach Abscheidung des Silbers, die Schwefelsäure als Barytsalz bestimmt, woraus sich die Menge des Schwefels resp. Einfach-Schwefeleisens ergab.

Die durch Auswaschen von dem unlöslichen Rückstand *(A)* befreite Lösung *(B)* wurde durch Abdampfen zur Trockne von der löslichen Kieselerde nebst etwas kohliger Substanz befreit und die wiederaufgenommene Lösung in der Wärme mit Schwefelwasserstoffgas behandelt, wodurch eine Spur von Zinn und Nickel gefällt wurde. Die Flüssigkeit wurde hierauf, nach Entfernung des ausgeschiedenen Schwefels, mit etwas chlorsaurem Kali und Chlorwasserstoffsäure behandelt, concentrirt, und durch kohlensauren Baryt in der Kälte gefällt. Der in Chlorwasserstoffsäure gelöste ausgewaschene Niederschlag wurde, nach der Entfernung des Baryts, durch Ammoniak gefällt und dieser meist aus Eisenoxyd, nebst kleinen

Mengen von Phosphorsäure und Thonerde, bestehende Niederschlag in bekannter Art weiter zerlegt.

Das Filtrat von dem Niederschlage durch kohlensauren Baryt, zu welchem die vom Ammoniakniederschlage resultirenden eingedampften Waschwässer hinzugefügt waren, wurde durch Schwefelsäure vom Baryt befreit und in der Flüssigkeit Nickel, Mangan, Magnesia und Kalk von einander getrennt.

In einer zweiten Analyse, wurde die chlorwasserstoffsaure Lösung des unmagnetischen Antheils in der Hitze mit reinem Kalkhydrat gefällt, darauf noch kohlensaures Ammoniak zugefügt, und im Filtrat die Alkalien bestimmt. Der Niederschlag durch Kalkhydrat und kohlensaures Ammoniak wurde durch dreimaliges Lösen und Fällen von Kalk und Magnesia befreit, und darauf in ihm, durch Kochen mit Kalilauge, die Thonerde, durch Schmelzen des Rückstands mit einem Gemenge von chlorsaurem Kali und Soda, Reduction der wässrigen Lösung der geschmolzenen Masse mittelst Weingeist und Chlorwasserstoffsäure und Fällung mit Ammoniak, das Chromoxyd bestimmt. Der in Wasser unlösliche Schmelzrückstand wurde durch längeres Digeriren mit Chlorwasserstoffsäure wieder gelöst, nach der Neutralisation durch Natroncarbonat mittelst essigsauren Natrons in der Siedhitze, alles Eisenoxyd vollständig gefällt und im Filtrat, durch Einleiten eines Chlorgasstromes, das Manganoxyd abgeschieden. Die rückständige Flüssigkeit, eingedampft, war frei von Eisen und Mangan, enthielt aber noch eine erhebliche Menge Magnesia, deren Gewicht von der Gesammtmenge des Ammoniakniederschlages in Abzug gebracht wurde.

Der in Chlorwasserstoffsäure unlösliche Antheil des unmagnetischen Pulvers löste sich klar bei Behandlung mit Fluorwasserstoffsäure und concentrirter Schwefelsäure,

wobei etwas Chromeisen nebst den wenigen, in ihrem Verhalten dem Zinnerz am nächsten kommenden, diamantglänzenden Körnchen ungelöst zurückblieben. Die schwach geglühten schwefelsauren Salze wurden wiederum in verdünnter Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, mit vielem Wasser verdünnt und, in zwei gleiche Portionen gesondert, jede für sich der Analyse unterworfen. Ein Schwefelwasserstoffstrom fällte aus ihnen in der Wärme eine geringe Menge nickelhaltigen Zinnes. In der einen Portion fällte Ammoniak, nach Verjagung des vorhandenen Schwefelwasserstoffs und Oxydation des gelösten Eisenoxyduls, die Gesammtmenge des Eisens, mit den kleinen Mengen von Thonerde, Chromoxyd, Phosphorsäure und etwas Manganoxyd. Die Lösung und Fällung des Ammoniakniederschlages wurde noch zweimal wiederholt, die gesammten Filtrate eingedampft, und darin der Kalk, die Magnesia, das Nickel- und ein Theil des Manganoxyduls bestimmt. Die andere Hälfte der Flüssigkeit wurde, nach Behandlung mit Schwefelwasserstoff, durch Schwefelammonium gefällt, und der Niederschlag mit verdünntem Schwefelammonium vollständig ausgewaschen. Das von gelöstem Schwefelnickel etwas bräunliche Filtrat wurde zur Bestimmung des Kalks, der Magnesia, des Nickels und der Alkalien benutzt.

Die chlorwasserstoffsaure Lösung des Schwefelammoniumniederschlages wurde, nach Entfernung des Schwefels, mit schwefligsaurem Natron behandelt, mit kohlensaurem Natron gesättigt, durch Natronlauge kochend gefällt und im Filtrat die Thonerde bestimmt. Das durch Natron verursachte Präcipitat wurde mit Salpeter und Soda aufgeschlossen und Eisen-, Chrom- und Manganoxyd wie vorhin geschieden.

Die erhaltenen kleinen Mengen von Chromoxyd waren

stets, und zuweilen auch die Thonerde, phosphorsäurehaltig. Nach ihrer Ausfällung, konnte durch Chlorcalcium oder schwefelsaure Ammoniakmagnesia meist noch etwas Phosphorsäure gefällt oder nachgewiesen werden.

Die Thonerde wurde stets von der Phosphorsäure durch Lösen in Chlorwasserstoffsäure, Versetzen der alkalischen Lösung mit Weinsäure und schwefelsaurer Ammoniakmagnesia, oder aber durch molydänsaures Ammoniak, auf die bekannte Weise aus der sauren Lösung getrennt. Das Chromoxyd hingegen konnte, wie einige Versuche lehrten, als phosphorsaures Chromoxyd angesehen werden, und es wurde daraus, nach der Formel $3\ Cr_2\ O_3,\ 2\ PO_5$, der Phosphor und das Chromoxyd berechnet.

Da unsere Kenntniss von Phosphorverbindungen in Meteoriten sich nur auf das Vorkommen des Phosphors in Verbindung mit Eisen (und Nickel) beschränkt, phosphorsaure Salze aber bis jetzt nicht mineralogisch in den Meteorsteinen nachgewiesen sind, so ist der Phosphor als Einfach-Phosphoreisen (FeP) berechnet worden. Das Chromoxyd wurde stets in Verbindung mit Eisenoxydul als Chromeisen ($Cr_2\ O_3$, FeO) berechnet.

Endlich ist noch zu bemerken, dass sämmtliche erhaltene Niederschläge stets auf ihre Reinheit geprüft und, wo nöthig, wiederum getrennt wurden.

Analytische Data.

I. 9,141 grm. Pulver eines Rostflecken enthaltenden Bruchstücks gaben, mit dem Magnet gesondert:

1,298 magnetische Theile = 14,20 pC.
7,843 nicht magnetische Theile = 86,80 pC.

II. 5,837 grm. eines andern, etwas dunklern Stückes ohne Rostflecken gaben:

0,992 magnet. Antheil = 16,99 pC.
4,845 unmagnet. Antheil = 83,01 pC.

Abgesehen davon, dass die Trennung mittelst des Magneten nur eine approximative sein kann, erhellt aus Vorstehendem zur Genüge, dass der Meteorit in seinen verschiedenen Theilen nicht völlig gleichförmig gemengt ist. Einige grössere Nickeleisenkörnchen mehr oder weniger verursachen in dem Verhältniss beider Theile nicht unbedeutende Schwankungen.

Im Mittel sind mithin enthalten:

15,59 magnetischen Antheils
84,41 unmagnetischen Antheils
100,00

Die gleichartigen Antheile beider Portionen wurden mit einander gemengt und zur Analyse benutzt, vor derselben jedoch nochmals beide durch Schlämmen mit Weingeist und durch Behandlung mittelst des Magneten, so viel wie thunlich von allem Ungehörigen befreit.

Analyse des unmagnetischen Antheils.

I. 6,292 grm. Pulver gaben 4,044 grm. unlöslichen Rückstands (Silicate + lösliche Kieselerde und Chromeisen) = *A*.
und 2,248 grm. lösliche Theile = *B*.

Von *A* gaben 3,8269 grm. mit Fluorwasserstoff behandelt:

0,0288	grm.	unlösl. Chromeisen nebst einigen der farblosen glänzenden Körnchen.
0,0108	„	nickelhaltiges Zinnoxyd.
0,0450	„	phosphorsaures Chromoxyd.
0,1220	„	Thonerde
0,0422	„	Manganoxyduloxyd.
0,2960	„	Eisenoxyd.
0,0020	„	phosphorsaure Magnesia (von dem Thonerdeniederschlage, durch Auflösen desselben in Chlorwasserstoffsäure und Zusatz von Weinsäure, Ammoniak und schwefelsaurer Magnesia getrennt.)

0,0251 grm. Nickeloxydul
0,2633 „ schwefelsaurer Kalk (Kalkbestimmung),
1,3720 „ phosphorsaure Magnesia,
0,1580 „ Chlorkalium + Chlornatrium, woraus
0,1390 „ Platinchloridkalium.

In *B* wurden bestimmt:

0,0141 grm. Kieselerde.
1,2534 „ Ammoniakniederschlag, worin 0,010 Thonerde.
0,0191 „ Nickeloxydul mit Spuren von Mangan.
0,0464 „ schwefelsaurer Kalk (Kalkbestimmung).
3,1940 „ phosphorsaure Magnesia (Magnesiabestimmung).

II. Ferner gaben 1,983 grm. unmagnetischen Pulvers, mit Chlorwasserstoffsäure zersetzt,

1,2545 unlöslichen Rückstands,
0,3479 grm. schwefelsauren Baryt aus dem Schwefelsilber,
0,421 grm. Ammoniakniederschlag {0,0029 phosphors. Chromoxyd, 0,0046 Thonerde, 0,3900 Eisenoxyd, 0,0079 Manganoxyduloxyd, 0,0364 Magnesia}
0,017 Chlorkalium + Chlornatrium, woraus
0,051 Platinchloridkalium.

III. 1,4988 grm. unmagnetischen Pulvers gaben mit Chlorwasserstoffsäure behandelt:

0,0068 grm. lösliche Kieselerde,
0,2639 grm. in Soda löslicher Kieselerde,
0,6698 grm. unlösliche Silicate + Chromeisen,
0,0073 grm. phosphorsaure Magnesia (aus der Lösung des zersetzbaren Antheils, mittelst ammoniakalischer Molybdänsäure erhalten).

IV. 1,6875 grm. des unmagnetischen Pulvers, mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0,747 grm. Kieselerde, nebst unlöslichem Chromeisen, welches mit etwas Zinnoxyd nach der Behandlung mit Fluorwasserstoffsäure

zurückblieb und 0,010 grm. betrug. Die glänzenden Körnchen waren durch das Aufschliessen verschwunden.

Somit enthalten 100 Theile unmagnetischen Pulvers:

	nach I.	nach II.	nach III.
Unlösl. Rückstand	45,434	45,426	44,690
Lösliche Theile	54,566	54,574	55,310
	100,000	100,000	100,000

Im Mittel:

Unlösl. Rückstand	45,52
Lösliche Theile	54,48
	100,00

Der lösliche Theil enthält:

Kieselerde	18,0610
Eisenoxydul	17,7000
Nickeloxydul	0,3035
Manganoxydul	0,2923
Thonerde	0,1950
Chromoxyd	0,0907
Magnesia	18,2920
Kalk	0,3036
Natron	0,0374
Kali	0,4970
Schwefel	0,2409
Phosphor	0,0189

Hieraus berechnet sich:

Schwefeleisen	6,626
Chromeisen (lösl.)	0,133
Phosphoreisen	0,040
Kieselerde	18,061
Eisenoxydul	9,421
Thonerde	0,195
Manganoxydul	0,292
Nickeloxydul	0,303
Magnesia	18,292
Kalk	0,304
Natron	0,037
Kali	0,497
	54,201

Werden die Silicate von dem offenbar beigemengten Schwefel-, Phosphor- und Chromeisen in Abzug gebracht und für sich berechnet, so haben wir:

		Sauerstoff,
Kieselerde	38,102	20,18
Eisenoxydul	19,874	
Manganoxydul	0,616	
Nickeloxydul	0,639	
Thonerde	0,411	
Magnesia	38,589	20,70
Kalk	0,641	
Natron	0,078	
Kali	1,048	
	99,998	

Das gleiche Sauerstoffverhältniss zeigt, dass der lösliche Theil ein Silicat von der Form 3RO, SiO_3, mithin **Olivin**, darstellt. Ein kleiner Theil des darin befindlichen Nickeloxyduls dürfte indess, mit der entsprechenden Menge Eisenoxyduls, als metallisches Nickeleisen, welches der Sonderung auf mechanischem Wege entging, noch darin vorhanden sein. Die Sauerstoffmengen des Eisenoxyduls und der Magnesia betragen 4,42 und 15,44; man kann mithin, bei Berücksichtigung des ebenerwähnten Umstands, mit Sicherheit 1 aeq. Eisenoxydul auf 4 aeq. Magnesia annehmen, wodurch unser Meteorolivin mit mehreren der irdischen Olivine, namentlich mit dem vom Vesuv, von Grönland und von Fogo (Capverdische Inseln) in eine Reihe sich stellt [1]).

Der in Chlorwasserstoffsäure unlösliche Antheil enthält:

1) Rammelsberg, Fünftes Supplement zu dem Handwörterbuch des chem. Theils der Mineralogie. Berlin 1853. S. 37 und 179.

Kieselerde	25,614
Unlösliches Chromeisen	0,478
Nickelhaltiges Zinnoxyd	0,179
Chromoxyd	0,464
Thonerde	2,026
Nickeloxydul	0,417
Manganoxydul	0,514
Eisenoxydul	4,426
Kalk	1,801
Magnesia	8,213
Natron	0,929
Kali	0,446
Phosphor	0,133

Wird hierin das Chromoxyd als Chromeisen, der Phosphor als Einfach-Phosphoreisen berechnet, so haben wir:

Unlösliches Chromeisen	0,478	
Lösliches Chromeisen	0,679	
Phosphoreisen	0,280	
Nickelhaltiges Zinnoxyd	0,179	
Thonerde	2,026	
Nickeloxydul	0,417	
Manganoxydul	0,514	
Eisenoxydul	4,021	
Kalk	1,801	
Magnesia	8,213	
Natron	0,929	
Kali	0,446	
Kieselerde	25,614	(direct bestimmt).
	45,597	

Nach Abzug des löslichen und unlöslichen Chromeisens, wie des Phosphoreisens, besteht das Uebrige aus:

		Sauerstoff.
Kieselerde	58,001	30,73
Thonerde	4,587	2,14
Eisenoxydul	9,105	2,02
Nickeloxydul	0,944	0,16
Manganoxydul	1,163	0,26
Zinnoxyd	0,405	0,09
Magnesia	18,598	7,44
Kalk	4,078	1,16
Natron	2,103	0,54
Kali	1,009	0,17
	199,993	

Versuchen wir, um einen Aufschluss über die wahrscheinlichste Constitution dieser Silicate zu ertheilen, dieselben in ähnlicher Weise zu deuten, wie dies Rammelsberg [1]) schon vor längerer Zeit mit Erfolg an den Meteorsteinen von Klein-Wenden, Chantonay u. A. ausgeführt hat. Unter mehreren sich darbietenden Erklärungsweisen, scheinen die folgenden die einfachsten zu sein. Gehen wir von dem Alkali- und Thonerdegehalt aus, so finden sich solcher gerade in dem Verhältniss, um einen kalkfreien Oligoklas zu bilden. Wird dieser nach der Formel (KO, NaO), $SiO_3 + AlO_3$, $2SiO_3$ berechnet, so zerfallen obige Silicate in:

Oligoklas.		Sauerst.	Rest.		Sauerst.
Kieselerde	12,118	6,42	Kieselerde	45,882	24,31
Thonerde	4,587	2,14	Eisenoxydul	9,105	11,13
Natron	2,103	0,71	Nickeloxydul	0,944	
Kali	1,009		Zinnoxyd	0,405	
	19,817		Manganoxydul	1,163	
			Kalk	4,078	
			Magnesia	18,598	
				80,175	

1) Poggend. Ann. Bd. 62. S. 449. Ferner: Rammelsberg, Fünftes Supplement zu d. Handwörterb. d. chem. Theils der Mineralogie. S. 20 ff.

Das Verhältniss der Basen zur Säure in diesem Rest kommt dem für Hornblende nothwendigen am nächsten. Indessen spricht der Umstand dagegen, dass hier die Sauerstoffmenge der Kieselerde für Hornblende zu gering ist, während man eher einen Ueberschuss an Säure erwarten sollte, da anzunehmen ist, dass ein kleiner Theil der dem unlöslichen Silicat angehörigen Basen durch die vorhergehende Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure entzogen worden und in die Zusammensetzung des Olivins übergegangen ist. Es ist daher sicherer diesen Rest als Augit anzusehen (Sauerstoffverh. 11,13 : 22,26) und den Säureüberschuss als durch die nothwendigen Fehler der Analyse bedingt anzunehmen. Es verhält sich dabei die im Stein vorhandene Menge des Oligoklases zu der des Augits fast wie 1 : 5.

Nehmen wir aber an Stelle des Oligoklases, Labrador an, so hat alsdann der Rest die wahrscheinlichere Zusammensetzung der Hornblende, nebst etwas überschüssiger Säure, nämlich:

Labrador.		Sauerst.	Hornblende.		Sauerst.
Kieselsäure	8,078	4,28	Kieselerde	49,923	26,45
Thonerde	4,587	2,14	Eisenoxydul	9,105	
Natron	2,103	0,71	Nickeloxydul	0,944	
Kali	1,009		Zinnoxyd	0,405	11,13
	15,777		Manganoxydul	1,163	
			Kalk	4,078	
			Magnesia	18,598	
				84,216	

Hiernach ist das Verhältniss der Quantitäten beider Silicate wie 1 : 4.

Analyse des magnetischen Antheils.

Die durch Behandlung mit dem Magnet und Schlämmen mit Weingeist von allen leichtern, nicht magnetischen

Theilen möglichst befreiten Körner wurden, ganz in der bereits beschriebenen Weise, mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, die vom überschüssigen Schwefel und der Kieselerde befreite Lösung oxydirt und mit Ammoniak gefällt; das intensiv blaue Filtrat zeigte eine grosse Menge Nickel an; der Ammoniakniederschlag wurde durch noch zweimal wiederholtes Auflösen und Fällen von dem meisten Nickel und der mit niedergerissenen Magnesia befreit, die sämmtlichen Waschwässer concentrirt und durch Schwefelammonium, bei Gegenwart neutralen essigsauren Ammoniaks, vollständig gefällt. Das Filtrat liess, nach dem Eindampfen und Glühen zur Verjagung des Salmiaks, nur etwas Magnesia zurück, die Spuren von Nickel enthielt. Der Ammoniakniederschlag wurde, wie früher, mit Salpeter und Soda geschmolzen; die wässrige Lösung gab, nach Abscheidung einer geringen Menge von Thonerde, welche Phosphorsäure und Manganoxyd enthielt, so wie des Chromoxyds, mit schwefelsaurer Magnesia und Ammoniak versetzt, sehr deutlich, doch, der geringen Menge wegen, eine nicht bestimmbare Quantität von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia zu erkennen. In dem im Wasser unlöslichen Rückstande wurden Eisen, Nickel und Mangan, durch Verwandeln in essigsaure Salze u. s. w., geschieden. Zuletzt wurden die sämmtlichen erhaltenen Nickelmengen vereinigt, durch Lösen in Chlorwasserstoffsäure und Abdampfen zur Trockne von der aus der angewendeten Kalilauge herrührenden Kieselerde befreit und diese von dem Gesammtgewicht des Nickeloxyduls in Abzug gebracht. Die gesammte reine Nickellösung, nach der vortrefflichen, von Stromeyer und Köttig empfohlenen Methode des Prof. Fischer[1]) mittelst salpetrigsauren Kalis auf Kobalt geprüft, ergab

1) Erdmann's Journal für practische Chemie, Bd. 61. S. 33 und 41.

nur Spuren der gelben Verbindung des salpetrigsauren Kobalt-oxydul-Kalis, die gerade hinreichten, um sich durch das Löthrohr von der Anwesenheit des Kobalts zu überzeugen.

Der Schwefelwasserstoffniederschlag wurde mit rauchender, rother Salpetersäure behandelt, das Zinnoxyd abfiltrirt und aus dem Filtrat, nach Verjagung der freien Säure und Verdünnung mit Wasser, durch Kalilösung, beim Kochen, reines Nickeloxydulhydrat gefällt.

Analytische Data:

1,984gr. magnetischer Körnchen gaben:

0,0854 gr. schwefelsauren Baryt (aus dem Schwefelsilber)

0,0549 gr. in kohlensaurem Natron lösliche Kieselerde (des unlöslichen Rückstands),

0,2094 gr. unlöslicher Silicate + Chromeisen; dieselben mit Fluorwasserstoffsäure u. s. w. behandelt liessen 0,0055 gr. Chromeisen mit einzelnen diamantglänzenden, farblosen Körnchen.

In der chlorwasserstoffsauren Lösung wurden abgeschieden durch Schwefelwasserstoff:

{ 0,0006 gr. Zinnoxyd,
{ 0,0078 gr. Nickeloxydul,

ferner:

0,005 gr. löslicher Kieselerde,

2,122 gr. geglühten Ammoniakniederschlages. Davon gaben:

2,080 gr. { 1,9329 Eisenoxyd (aus der Differenz bestimmt),
{ 0,1345 Nickeloxydul,
{ 0,0020 phosphorsaure Thonerde mit Spuren v. Manganoxyd,
{ 0,0010 Chromoxyd,
{ 0,0039 Manganoxyduloxyd,
{ 0,0062 Magnesia,

ferner: 0,1977 Nickeloxydul;

endlich Spuren von Kohlenstoff, Kobalt und Phosphorsäure.

Wir haben somit in 100 Theilen:

Eisen	70,1066
Nickel	13,2770
Schwefel	0,5912
Phosphor	0,0211
Chromoxyd	0,0500
Manganoxydul	0,1506
Thonerde	0,0524
Lösliche Kieselerde	3,0190
Unlösl. Silicate	10,2770
Unlösl. Chromeisen	0,2770

Hieraus berechnet sich:

81,781	Nickeleisen,
1,625	Schwefeleisen,
0,044	Phosphoreisen,
0,073	lösliches Chromeisen,
0,277	unlösliches Chromeisen nebst farblosen Körnern,
0,023	Zinn,
0,150	Manganoxydul,
0,052	Thonerde,
3,019	lösliche Kieselerde,
10,277	unlösliche Silicate.
97,321.	
2,679	Magnesia und Alkalien der löslichen Silicate (des Olivins).
100,000	

Die zum Eisen und Nickel gehörigen Sauerstoffmengen sind 19,57 und 3,63; es kommt also auf etwas mehr als 5 Aeq. Eisen, 1 Aeq. Nickel. Zieht man indess in Erwägung, dass die Eisenmenge nothwendigerweise zu gross angegeben ist, indem ein Theil derselben als Eisenoxydul in die Zusammensetzung des beigemengten Olivins gezogen werden muss, so

kann mit grösserer Sicherheit gerade 1 Aeq. Nickel auf 5 Aeq. Eisen angenommen werden. Dies ist ein bemerkenswerther Umstand, da im Allgemeinen im Meteoreisen (Nickeleisen) das Verhältniss von Eisen zu Nickel wie 9 : 1 zu sein oder sich nur wenig davon zu entfernen pflegt.

Die Zusammensetzung der dem Magnet folgenden Körner ist somit, nach Abzug der Silicate, in hundert Theilen:

97,565	Nickeleisen (Fe_5 Ni) nebst Spuren von Kobalt und Kohlenstoff,
1,939	Schwefeleisen,
0,027	Zinn,
0,087	lösliches Chromeisen,
0,330	unlösliches Chromeisen,
0,052	Phosphoreisen.
100,000.	

Stellen wir nun schliesslich die durch die Analyse und Rechnung gefundene Zusammensetzung des ganzen Meteoriten in folgender Uebersicht zusammen.

Hundert Theile Meteorstein enthalten:

13,07 magnetischen Antheils		12,75 Nickeleisen,
		0,25 Schwefeleisen,
		0,04 unlösl. Chromeisen,
		0,01 lösliches Chromeisen,
		0,01 Phosphoreisen und Zinn.
86,93 unmagnetischen Antheils	In Chlorwasserstoffsäure löslich 46,86	41,13 Olivin,
		5,59 Schwefeleisen,
		0,11 Chromeisen,
		0,03 Phosphoreisen.
	In Chlorwasserstoffsäure unlöslich 40,08	38,88 Labrador u. Hornblende oder Oligoklas und Augit
		0,40 unlösliches Chromeisen
		0,57 lösliches Chromeisen,
		0,23 Phosphoreisen.

Oder die Gemengtheile im Ganzen

	entweder		oder
Nickeleisen	12,75		12,75
Schwefeleisen	5,84		5,84
Unlösliches Chromeisen mit Zinnerz	0,44		0,44
Lösliches Chromeisen	0,69		0,69
Phosphoreisen	0,27		0,27
Olivin	41,13		41,13
Labrador	6,13	Oligoklas	7,70
Hornblende	32,75	Augit	31,18
	100,00		100,00

Berichtigungen.

S. 451 Z. 13 v. oben lies „bläulich grau."
„ 459 „ 12 v. unten lies „Widmanstädtenschen."
„ 461 „ 6 v. unten lies „0,5 pC."

INHALT.

Archiv

für die

Naturkunde

Liv-, Ehst- und Kurlands.

Herausgegeben
von der
Dorpater Naturforscher-Gesellschaft,
als Filialverein
der livländischen gemeinnützigen und ökonomischen Societät.

Erste Serie.

Mineralogische Wissenschaften, nebst Chemie, Physik und Erdbeschreibung.

ERSTER BAND.

Dritte (Schluss-) Lieferung.

(Mit III Steindrucktafeln.)

DORPAT 1857.
Druck von Heinrich Laakmann.

Anmerkung für den Buchbinder. Das Titelblatt ist als Haupttitel des ersten Bandes, an Stelle des mit der ersten Lieferung gegebenen Titels, das Inhaltsverzeichniss des I. Bandes hinter Seite XII einzuheften.

XI.

Ueber die devonischen Dolomit-Thone der Umgegend Dorpats.

Von Prof. Dr. C. Schmidt.

(Vorgelegt im Mai, 1856.)

Die devonischen Thone und Mergel des grossen osteuropäischen Sedimentärbeckens überlagern in den nächsten Umgebungen Dorpats die silurischen Schichten Ehstlands, diese weiter nördlich das Granitplateau Finnlands in so charakteristischer Weise, dass eine Untersuchung ihrer genetischen Beziehungen vom geologisch-chemischen Standpunkte gerade hier, durch das nahe Aneinanderrücken ihrer geographischen Grenzmarken, wesentlich gefördert erscheint. An dieses rein wissenschaftliche Interesse knüpft sich das praktische des Landwirths und Technikers, dem die einzelnen Glieder dieser Schichtenreihe theils den trefflichsten Ackerboden, theils das Material zu Thonwaaren aller Art, Ofenkacheln, Drainröhren, Ziegeln etc., zu den meisten Bauten und häuslichen Geräthen liefern. Diese industriellen Unternehmungen sind bedeutenden Aufschwungs fähig; sie können und werden ihn auf Grundlage genauerer analytischer Untersuchungen nehmen, deren Reihe durch nachstehende, den nächsten Umgebungen Dorpats entnommene typische Glieder eröffnet werden mag.

Die Vorprüfung erwies die drei ersten Lager als Gemenge von 25 bis 80 Procent Dolomit mit stark eisenschüssigem Thone. Nr. I. wird zur Fabrikation von Drainröhren, Nr. II. zur Anfertigung vorzüglicher Kacheln ausgebeutet; sie bilden ziemlich beträchtliche Muldenausfüllungen im Embachthale bei Dorpat. Nachstehende Resultate sind Mittel von je drei übereinstimmenden Analysen, zu deren Vervielfältigung mich der überraschend grosse Kaligehalt derselben veranlasste. Er übertrifft den der meisten bekannten ausgedehntern Thonlager, soweit die vorhandenen Analysen Forchhammer's u. A. ein Urtheil darüber gestatten. Die in den vorliegenden Thondolomiten enthaltenen Silikate ergaben sich danach, übereinstimmend mit der mikroskopischen Analyse, als Gemenge von Quarz, zersetztem Feldspath und höchst fein zertheiltem Glimmer.

Die Analyse selbst wurde durch Erschöpfen mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure und Aufschliessen der rückständigen Silikate mit Fluorwasserstoffsäure und Schwefelsäure, in bekannter Weise ausgeführt; die Verlustbestimmung der Kieselsäure durch directes Aufschliessen anderer Portionen mit kohlensaurem Natron-Kali controlirt. Die Trennung der Magnesia von den Alkalien geschah durch Glühen der Chloride mit Quecksilberoxyd; in der schwefelsauren Lösung der mit Fluorwasserstoffsäure behandelten Rückstände, nach vorgängiger Umwandlung der Chloride durch Wechselzersetzung mit Chlorbaryum oder essigsaurem Baryt. Sämmtliche Operationen wurden in Platinschalen mit Rührstäben von demselben Metalle ausgeführt. Die mit kohlensaurem Natron-Kali geschmolzenen Silikate zeigten, durch die von mangansaurem Natron herrührende hellgrüne Färbung des Glases, einen geringen Mangangehalt an. Durch molybdänsaures Ammoniak waren

in der salpetersauren Lösung durch Weissglühen mit Kalk aufgeschlossener Proben nur sehr geringe Spuren von Phosphorsäure, durch salpetersaures Silberoxyd, in denselben Lösungen, Spuren von Chlor nachweisbar. Spuren von Fluor ergaben sich durch Erhitzen bedeutender Quantitäten (60—80 Gramm.) mit concentrirter Schwefelsäure, nach vorherigem Erschöpfen mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure, in einer Platinflasche mit aufgesetztem innen befeuchtetem Glasrohr, an der schwachen Trübung der befeuchteten Stellen; Spuren von Lithion durch Behandlung beträchtlicher Mengen des aus der Fluorwasserstofflösung mittelst essigsauren Baryts etc. erhaltenen Gemenges von Chloralkalien (KCl, NaCl + LiCl (?)) mit Aetheralkohol, — an der schwach röthlichen Färbung der Alkoholflamme. Die Bestimmung der Kohlensäure geschah direct durch Zersetzen mit Chlorwasserstoffsäure im Kugelapparate; die der Kohlensäure, des Wassers und einer geringen Quantität organischer Substanz, nebst Spuren von Ammoniak, zusammen, — durch halbstündiges Weissglühen; die Differenz beider ergab den Gesammtgehalt der drei letztern. Diese Bestimmung ist viel schärfer, als durch Trocknen, da die letzten Antheile Wasser erst bei einer Temperatur über 180° C. neben beträchtlichen Kohlensäuremengen entweichen. Es erschien daher zweckmässig, sämmtliche Analysen mit lufttrocknem Pulver von constantem Wassergehalt, in gut schliessenden Stöpselgläsern aufbewahrt, anzustellen, und den Gehalt an Wasser, organischer Substanz und Ammoniak durch Rechnung zu eliminiren. Da Material in beliebiger Menge zu Gebote stand, so konnten die Versuche mit entsprechenden Quantitäten lufttrockner Substanz an stets neuen Portionen gemacht werden.

Die bei Luftabschluss dargestellten Lösungen der frischen lufttrocknen Thondolomite in verdünnter oder concen-

trirter Chlorwasserstoffsäure oder Fluorwasserstoffsäure enthielten sämmtliches Eisen als Oxyd. Der Dolomitantheil derselben bestand demnach aus reinem Kalk- oder Magnesiacarbonat, ohne theilweisen Ersatz der Talkerde durch Eisenoxydul. Der in Chlorwasserstoffsäure unlösliche Silikatrückstand enthielt ferner keine Spur von Kalk, dagegen ziemlich beträchtliche Quantitäten Talkerde, auf deren Trennung von Thonerde und Eisenoxyd, mittelst Weinsäure und Schwefelammonium im Ammoniakniederschlage, besondere Sorgfalt verwendet wurde. Die Constitution und relative Menge des Dolomitantheils konnte daher mit grosser Schärfe, durch Zurechnung des gesammten Kalkgehalts an den äquivalenten Antheil Kohlensäure und Addition zum Talkerdeäquivalente des Rests von letzterer, festgestellt werden. Schwieriger war die Trennung des fein zertheilten Quarzes von der Kieselsäure der Silikate (Thon und Glimmer), da diese durch concentrirte Schwefelsäure, selbst nach 48-stündigem Sieden, nicht ganz vollständig zersetzt wurden, sondern stets noch, beim nachfolgenden Aufschliessen des vermeinten Quarzes mit Fluorwasserstoffsäure oder kohlensaurem Natron-Kali, einen kleinen Gehalt an Basen zeigten. Die Berechnung der Constitution der quarzfreien Silikate an sich kann daher nur als annähernde Bestimmung gelten. Sie hat nichtsdestoweniger wesentliches Interesse und ist für die meisten Folgerungen wohl geeignet.

Die Bestimmung der Dichtigkeit und des Wassergehalts der zwei ersten Dolomitthone im Zustande grösster Plasticität, wie sie zum Formen und Pressen verwendet werden, hat besonderes technisches Interesse; die bezüglichen Resultate sind daher nachstehend mit aufgeführt. Sie zeigen, trotz der etwas abweichenden Zusammensetzung, eine merkwürdige Uebereinstimmung.

I. Rother Thon von Quistenthal (zur Fabrikation von Drainröhren benutzt).

Im feuchtplastischen Zustande rothbraun, das lufttrockne Pulver hell fleischroth; lässt unter dem Mikroskope glashelle Quarzkrystallfragmente und weisse feine Glimmerblättchen erkennen.

Dichtigkeit im feuchtplastischen Zustande = 2,0117 *).

Wassergehalt in demselben . . .	= 23,64 pC.	incl. organ. Substanz und Spur Amoniak.
Wassergehalt des lufttrocknen . .	= 3,97 pC.	

100 Theile wasserfreier Substanz enthalten:
(excl. organische Substanz und Spur Ammoniak)

Kohlensäure	12,00
Kieselsäure	45,16
Thonerde	11,09
Eisenoxyd (mit Spur Manganoxyd)	9,82
Magnesia	8,80
Kalk	8,22
Natron	0,40
Kali	4,51
Phosphorsäure, Chlor, Fluor, Lithion	Spuren.

Diese Elemente gruppiren sich, wie folgt:

a) 25,26 pC. Dolomit =	kohlens. Kalk	14,68		
	„ Magnesia	10,58		
			Sauerstoffgehalt.	
b) 50,04 pC. durch Schwefelsäure zersetzbare Silikate =	Kieselsäure	23,86	— 12,64	
	Thonerde	9,46	— 4,42	= 7,35
	Eisenoxyd (mit Spur Manganoxyd)	9,75	— 2,93	
	Magnesia	3,18	— 1,27	= 1,95
	Natron	0,38	— 0,10	
	Kali	3,41	— 0,58	
	Phosphorsäure, Chlor, Fluor, Lithion.	Spur.		

*) Demnach das Gewicht eines russischen (= englischen) Cubikfusses im feuchtplastischen Zustande = 138,9 Pfd. russisch = 56,9 Kilogr.

				Sauerstoffgehalt.	
c) 24,70 pC. durch Schwefels. unzersetzbare Silikate u. Quarz =	Quarz u. Kieselsäure der Silikate	21,287	—	11,285	
	Thonerde	1,635	—	0,760	= 0,782
	Eisenoxyd	0,074	—	0,022	
	Magnesia	0,585	—	0,234	= 0,423
	Natron	0,020	—	0,005	
	Kali	1,099	—	0,184	

II. Grauer Thon von Mülta (zur Fabrikation von Kacheln etc. benutzt).

Im feuchtplastischen Zustande grauröthlich; das lufttrockne Pulver hellgrau, unter dem Mikroskope dieselben Quarz- und Glimmerfragmente, wie in I.

Dichtigkeit im feuchtplastischen Zustande = 2,0121 *).
Wassergehalt in demselben . . . = 23,35 pC. } incl. organ. Substanz und Spur Ammoniak.
Wassergehalt des lufttrocknen Pulvers = 4,09 pC. }

100 Theile wasserfreier Substanz enthalten:
(excl. organische Substanz und Spur Ammoniak)

Kohlensäure	15,51
Kieselsäure	39,14
Thonerde	11,42
Eisenoxyd (mit Spur Manganoxyd)	7,82
Magnesia	11,28
Kalk	9,49
Natron	0,47
Kali	4,87
Phosphorsäure, Chlor, Fluor, Lithion	Spuren.

und zwar:

a) 32,32 pC. Dolomit = { kohlens. Kalk . . 16,95
„ Magnesia 15,37 }

*) Demnach das Gewicht eines russischen (= englischen) Cubikfusses im feuchtplastischen Zustande = 139,0 Pfd. russisch = 56,9 Kilogr.

				Sauerstoffgehalt.	
b) 49,91 pC. durch Schwefelsäure zersetzbare Silikate =	Kieselsäure	23,45	—	12,42	
	Thonerde	10,37	—	4,84	= 7,18
	Eisenoxyd (mit Spur Manganoxyd)	7,79	—	2,34	
	Magnesia	3,76	—	1,50	
	Natron	0,34	—	0,09	= 2,30
	Kali	4,20	—	0,71	
	Phosphorsäure, Chlor, Fluor, Lithion	Spuren.			
c) 17,77 pC. durch Schwefelsäure unzersetzbare Silikate =	Kieselsäure	15,688	—	8,312	
	Thonerde	1,053	—	0,492	= 0,500
	Eisenoxyd	0,027	—	0,008	
	Magnesia	0,206	—	0,082	
	Natron	0,129	—	0,033	= 0,228
	Kali	0,667	—	0,113	

III. Grauer thoniger Dolomit von Mütta.

Im lufttrocknen Zustande graue, derbe, compakte Masse, im Bruch muschelig, matt; mikroskopische Analyse wie früher, dagegen bei der chemischen Vorprüfung viel stärkere Manganreaction, in Folge deren der Mangangehalt direkt bestimmt wurde.

Wassergehalt im lufttrocknen Zustande = 1,54 pC. (incl. organische Substanz und Spur Ammoniak).

100 Theile **wasserfreier Substanz** enthalten:

(excl. organische Substanz und Spur Ammoniak)

Kohlensäure	38,36
Kieselsäure	10,28
Thonerde	3,30
Eisenoxyd	2,08
Manganoxyd	0,27
Magnesia	18,30
Kalk	25,62
Natron	0,32
Kali	1,47
Phosphorsäure, Chlor, Fluor, Lithion.	Spuren.

und zwar

a) 80,550 pC. Dolomit = { kohlens. Kalk . . 45,75 ; ,, Magnesia 34,80

			Sauerstoffgehalt.	
b) 15,417 pC. durch Schwefelsäure zersetzbare Silikate =	Kieselsäure	6,958	— 3,686	
	Thonerde	2,960	— 1,382	= 2,077
	Eisenoxyd	2,044	— 0,613	
	Manganoxyd	0,270	— 0,082	
	Magnesia	1,669	— 0,668	= 0,953
	Natron	0,314	— 0,081	
	Kali	1,202	— 0,204	
	Phosphorsäure, Chlor, Fluor, Lithion .	Spuren.		
c) 4,033 pC. durch Schwefelsäure unzersetzbare Silikate =	Kieselsäure	3,322	— 1,760	
	Thonerde	0,340	— 0,159	= 0,170
	Eisenoxyd	0,036	— 0,011	
	Magnesia	0,061	— 0,024	= 0,071
	Natron	0,006	— 0,002	
	Kali	0,268	— 0,045	

Die bezeichneten drei Thonmergel sind paläontologisch wohl charakterisirte Glieder des devonischen Systems, wenige Meilen von einander nahezu in gleicher Höhe abgelagert. Sie zeigen, sowohl hinsichtlich des Verhältnisses des Dolomits zu den Silikaten, wie der Constitution beider für sich, einerseits manche Analogie, anderseits wesentliche Verschiedenheiten. Es enthalten

a) 100 Theile Dolomit

	I.	II.	III.	$CaO, CO_2 + MgO, CO_2$
Kohlens. Kalk .	58,12	52,44	56,80	54,35
,, Magnesia	41,88	47,56	43,20	45,65

Auf 1 Aequivalent kohlensaurer Magnesia, enthalten

Aequivalente kohlens. Kalkes	I.	1,166
	II.	0,926
	III.	1,045

Alle drei nähern sich mithin der Constitution des reinen Bitterspaths, I. und III. mit geringem Ueberschuss an Kalkcarbonat, II. mit dem seltner auftretenden Vorwalten der kohlensauren Magnesia.

b) Die durch Schwefelsäure zersetzbaren Silikate enthalten in 100 Theilen:

	I.	II.	III.	Sauerstoffgehalt. I.	II.	III.
Kieselsäure . .	47,68	46,98	45,13	25,26	24,89	23,91
Thonerde . . .	18,90	20,78	19,20	8,83	9,70	8,96
Eisenoxyd . .	19,48	15,61	13,26	5,85	4,68	3,98
Manganoxyd .			1,75			0,83
Magnesia . . .	6,36	7,53	10,83	2,54	3,01	4,33
Natron	0,76	0,68	2,03	0,20	0,18	0,53
Kali	6,82	8,42	7,80	1,15	1,43	1,32
	100,00	100,00	100,00	43,83	43,89	43,56

Das Sauerstoffverhältniss der Kieselsäure zu den Oxyden, auf den Sauerstoffgehalt ersterer als Einheit bezogen, ist:

Sauerstoff der	SiO_3	:	R_2O_3	:	RO	NaO u.KO	MgO
I.	1,000	:	0,581	:	0,154	0,053	0,101
II.	1,000	:	0,578	:	0,186	0,065	0,121
III.	1,000	:	0,563	:	0,258	0,077	0,181
Feldspath . . .	1,000	:	0,250	:	0,083	0,083	0
Kaolin	1,000	:	0,750	:	0	0	0
Magnesiaglimmer	1,000	:	0,500	:	0,500	0,083	0,417
Chlorit	1,000	:	0,500	:	0,833	—	0,833

Alle drei Dolomitthone gaben an siedende Kalilösung nur höchst geringe Mengen Kieselsäure ab. Letztere ist demnach fast vollständig als Doppelsilikat, oder als Gemenge mehrerer dergleichen vorhanden. Der bedeutende Magnesiagehalt beweist die Anwesenheit eines durch Schwefelsäure zersetzbaren Talkerdesilikats oder dessen Verwitterungsprodukts. Ein Blick auf die tabellarische Zusammenstellung ergibt, dass der durch Schwefelsäure zerlegte Antheil der Mergelsilikate nur zum kleinsten Theile aus völlig verwittertem Feldspath (Kaolin) besteht, grösstentheils aber aus mechanisch höchst fein zer-

theiltem Feldspath und kalihaltigen Talkerdesilikaten (Magnesiaglimmer, Chlorit etc.) gebildet ist. Der Gehalt an letztern nimmt von I. bis III. stetig zu; das gleichzeitige proportionale Anwachsen des Kali- und Magnesiagehalts beweist, dass derselbe in einer Steigerung des Magnesiaglimmergehalts seinen Grund haben muss, da der Chlorit keine oder nur Spuren von Alkalien enthält. Die Annahme eines Gemenges von Kaolin mit unzersetztem Feldspath und Magnesiaglimmer obiger Durchschnittszusammensetzung würde ergeben, in 100 Theilen:

	I.	II.	III.
Kaolin	36,1	21,7	7,2
Feldspath	39,7	49,3	49,4
Magnesiaglimmer . .	24,2	29,0	43,4

Diese Annahme ist jedoch unrichtig, da sich letztere Mineralien im völlig unzersetzten und vollständig zersetzten Zustande unmöglich neben einander finden können, wir vielmehr die ersten Zersetzungsstufen beider, neben denen andrer ähnlich constituirter Fossilien in diesem Detritus vorauszusetzen haben. Doch gibt sie einen sehr brauchbaren Maassstab zur Beurtheilung des Verwitterungsgrades, dem die zermalmten Granite Finnlands, ihre wahrscheinlichsten Grundlagen, durch Wasser und Atmosphärilien, bis zum Momente ihrer Ablagerung am Nordwestrande des osteuropäischen Sedimentärbeckens unterlagen. Es ergibt sich jedenfalls eine viel geringere Intensität desselben in diesen ältern Ablagerungen, als sie sich aus den Analysen Forchhammer's u. A. für die jüngern, z. B. die Diluvial- und Alluvialgebilde Jütlands und des norddeutschen Tieflandes ergeben. Es wird von besonderem Interesse sein, ähnliche Bestimmungen für die derselben Zeitperiode angehörenden (devonischen) Thonablagerungen von entferntern Punkten anzustellen, die zu Finnland im gleichen

genetischen Zusammenhange stehen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese, in Folge weiter fortgeschrittenen Zersetzungsprocesses, ärmer an Alkalien sein werden. Es werden ferner an demselben Orte die jüngern Glieder derselben Formation sich wahrscheinlich stärker zersetzt erweisen, als die ältern, sie unterlagernden, und der devonische Schlämm- und Verwitterungsprocess dadurch für sich, wie in Bezug auf jüngere analoge Vorgänge, in ein klareres Licht gesetzt werden.

c) Die durch Schwefelsäure unzersetzbaren Silikate und Quarz

sind mechanisch wie chemisch sehr schwierig von einander zu trennen. Ich habe es mit verdünnter, verschieden titrirter Fluorwasserstoffsäure und Lösungen von Fluorammonium in der Hoffnung versucht, dadurch wenigstens approximative Werthe zu erhalten. Die Resultate waren durchaus unbefriedigend: war die Lösung zu verdünnt, so blieb ein Theil unzersetzt, war sie concentrirter, so wurde Quarz in wechselnden Mengen mitgelöst. Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Kali und Auskochen mit vielem Wasser, lieferte kein besseres Resultat: es wurden nur sehr unbedeutende Mengen Kieselsäure, neben überwiegenden Quantitäten Basis gelöst, beide gleichfalls in wechselnden Verhältnissen. Es ist möglich, dass man durch sehr vorsichtiges Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Kali und nachheriges Auskochen der mit heissem Wasser erschöpften Masse mit verdünnter Kalilösung zu bessern Resultaten kommen könnte; doch würde diese Methode zahlreiche Versuche erfordern.

Dieser Rückstand dürfte, seinem Magnesia- und Alkaligehalt nach zu schliessen, ein Gemenge von Kaliglimmer,

dessen Blättchen mikroskopisch wahrnehmbar sind, mit einem durch Schwefelsäure unzersetzbaren Magnesiasilikate (Talk, Augit oder Hornblende) und überwiegenden Quarzfragmenten darstellen. Der Thonerdegehalt gibt für erstere, der Magnesiagehalt für letztere den Maassstab. Das durchschnittliche Sauerstoffverhältniss ist:

	Sauerstoff der SiO_3		R_2O_3		RO
Kaliglimmer (Kimito) .	1,000	:	0,800	:	0,067 (KO u. NaO)
,, (Abborfors)	1,000	:	0,731	:	0,159
Augit	1,000	:	0	:	0,500 (MgO)
Hornblende	1,000	:	0	:	0,444 (MgO)
Talk	1,000	:	0	:	0,400 (MgO)

Das Sauerstoffverhältniss der im unzersetzbaren Silikatrückstande enthaltenen Basen, auf die Sesquioxyde als Einheit bezogen, ist:

	Sauerstoff der R_2O_3	:	KO u. NaO	:	MgO
I.	1,000	:	0,242	:	0,299
II.	1,000	:	0,292	:	0,164
III.	1,000	:	0,276	:	0,141

Der relative Sauerstoffgehalt der Alkalien ist grösser, als er bei dem kalireichsten finnländischen Glimmer von Abborfors beobachtet wurde; es dürften daher noch gröbere Fragmente unzersetzten Feldspaths eingemengt sein. Der Eisenoxydgehalt der Sesquioxyde ist höchst unbedeutend; das wahrscheinlichste mittlere Sauerstoffverhältniss ist für

Magnesiasilikat = SiO_3 : MgO = 1,00 : 0,45
Glimmer = SiO_3 : R_2O_3 : RO = 1,00 : 0,76 : 0,11
Feldspath = SiO_3 : R_2O_3 : RO = 1,00 : 0,25 : 0,083

Demnach ergibt sich die Zusammensetzung des unzersetzbaren Silikatrückstands:

		Summa	SiO_3	Al_2O_3 u. Fe_2O_3	MgO	KO u. NaO	Sauerstoffgehalt. SiO_3	R_2O_3	MgO	KO u. NaO
I.	Glimmer . .	2,076	0,936	0,820		0,320	0,496	0,377		0,054
	Feldspath . .	4,746	3,058	0,889		0,799	1,620	0,405		0,135
	Magnesiasilikat	1,567	0,982		0,585		0,520		0,234	
	Silikate .	8,389	4,976	1,709	0,585	1,119	2,636	0,782	0,234	0,189
	Quarz . .	16,311								
II.	Glimmer . .	0,724	0,331	0,288		0,105	0,176	0,133		0,019
	Feldspath . .	4,254	2,771	0,792		0,691	1,468	0,367		0,127
	Magnesiasilikat	0,552	0,346		0,206		0,183		0,082	
	Silikate .	5,530	3,448	1,080	0,206	0,796	1,827	0,500	0,082	0,146
	Quarz . .	12,240								
III.	Glimmer . .	0,279	0,125	0,111		0,043	0,066	0,050		0,007
	Feldspath . .	1,402	0,906	0,265		0,231	0,480	0,120		0,040
	Magnesiasilikat	0,163	0,102		0,061		0,054		0,024	
	Silikate .	1,844	1,133	0,376	0,061	0,274	0,600	0,170	0,024	0,047
	Quarz .	2,189								

Die mineralogische Constitution des durch Schwefelsäure unzersetzbaren Silikatrückstands wäre demnach annähernd in 100 Theilen:

	I.	II.	III.
Kaliglimmer . . .	24,7	13,1	15,1
Feldspath	56,6	76,9	76,1
Magnesisilikat (Augit, Hornblende, Talk)	18,7	10,0	8,8

und die chemische Zusammensetzung in 100 Theilen:

	I.	II.	III.	Sauerstoffgehalt. I.	II.	III.
Kieselsäure	59,32	62,35	61,44	31,43	33,03	32,55
Thonerde .	19,49	19,04	18,44	9,10	8,89	8,61
Eisenoxyd	0,88	0,49	1,95	0,26	0,15	0,59
Magnesia	6,97	3,73	3,31	2,79	1,49	1,32
Natron .	0,24	2,33	0,33	0,06	0,60	0,08
Kali . .	13,10	12,06	14,53	2,22	2,04	2,46
	100,00	100,00	100,00	45,86	46,20	45,61

Die bisherigen Deduktionen und Approximativbestimmungen, combinirt, ergeben folgende annähernde Uebersicht für die

Mineralog. Constitution der drei Dolomitthone,

in 100 Theilen:

		I.	II.	III.
a) Durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure zersetzbar:	Dolomit ($\dot{Ca}\ddot{C} + \dot{Mg}\ddot{C}$) . .	23,18	31,19	76,23
	Kalkspath ($\dot{Ca}\ddot{C}$)	2,08	—	4,32
	Magnesit ($\dot{Mg}\ddot{C}$)	—	1,13	—
b) Durch siedende concentr. Schwefelsäure zersetzbar:	Kaolin ($\dddot{Al}_2\dddot{Si}_4$)	18.06	10,83	1,11
	Feldspath ($\dot{K}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}_3$) .	19,87	24,61	7,62
	Magnesiaglim. ($\dot{Mg}_3\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}$)	12,11	14,47	6,69
c) Nur durch Fluorwasserstoffsäure zersetzbar:	Kaliglimmer	2,07	0,73	0,28
	Feldspath	4,75	4,25	1,40
	Hornblende	1,57	0,55	0,16
	Quarz ($\dddot{Si}$)	16,31	12,24	2,19
		100,00	100,00	100,00

Es versteht sich von selbst, dass diese Darstellung nicht als bewiesene Thatsache, sondern nur als Anhaltpunkt, behufs Erläuterung der genetischen Beziehungen dieser neptunischen Trümmermassen zu ihren Muttergesteinen, den plutonischen Gebilden Finnlands aufzufassen und, nach weitern Untersuchungen von ähnlichen Gesichtspunkten aus, geologisch zu benutzen ist.

Technische Verwendung der Dolomitthone.

Durch 1- bis 2-stündiges Weissglühen über der Gebläselampe werden die Silikate fast vollständig aufgeschlossen; das Pulver wird erst ziegelroth, dann hellgelb, unter beginnender Verglasung. Compakte Splitter von I. und II. schmelzen im Sauerstoffgebläse zu bouteillengrünem Glase; III. ist seines starken Dolomitgehalts halber nicht schmelzbar, sintert aber stark zusammen. Dieselben Erscheinungen zeigen sich an I. und II. in den ersten Stufen beim Brennen der daraus geformten Thonwaaren im Grossen. Der Brand dauert im gewöhnlichen Töpferofen 36 Stunden; die Stücke werden erst hellziegelroth, porös, brüchig; dann hellgelblich, fest, klingend.

Ein Stück Drainröhre im letztern, gargebrannten Zustande wurde, gepulvert, mit heisser Chlorwasserstoffsäure behandelt; die mit Wasser verdünnte filtrirte Lösung gelatinirte beim Eindampfen stark und ergab, nach Abscheidung der Kieselerde durch Eintrocknen und Wiederaufnehmen in verdünnter Chlorwasserstoffsäure, in bekannter Weise:

aus 88,00 Th. aequival. 100 Th. ungeglühten Thones.		Derselbe enthält:	Der Dolomitantheil des letztern enthält:	Von 100 Th. Basen der Silikate sind durch Glühen aufgeschlossen worden:
Thonerde . .	9,15	11,09	—	82,5
Eisenoxyd (m. Spur Manganoxyd)	6,46	9,82	—	65,8
Magnesia . .	7,48	8,80	5,04	64,9
Kalk	8,26	8,22	8,22	—
Natron . . .	0,31	0,40	—	81,9
Kali	3,71	4,51	—	

Der Thon von Mütta II., als lufttrocknes Pulver $^3/_4$ Stunden über der Gebläselampe weiss geglüht, zeigte sich noch vollständiger aufgeschlossen; es gaben an heisse Chlorwasserstoffsäure ab

100 Th. wasserfreien Thones II., nach dem Glühen.		Derselbe enthält:	Der Dolomitantheil enthält:	Von 100 Th. Base der Silicate sind durch Glühen aufgeschlossen worden:
Thonerde . .	10,45	11,42	—	91,5
Eisenoxyd (m. Spur Manganoxyd)	7,51	7,82	—	96,0
Magnesia . .	11,04	11,28	7,32	93,9
Kalk . . .	9,51	9,49	9,49	—
Natron . . .	0,11	0,47	—	78,3
Kali	4,07	4,87	—	

Er enthielt keine Spur Kohlensäure mehr, war aber nur an den der Wand des Platintiegels zunächstliegenden Stücken zusammengesintert.

Ganz analog verhielt sich der Dolomitthon III.; er erwies sich, nach $^3/_4$ stündigem Weissglühen, völlig kohlensäurefrei, nicht zusammengesintert.

Die chlorwasserstoffsaure Lösung aus 100 Th. wasserfreier Substanz nach dem Glühen enthielt:		Der Thon enthält im Ganzen:		Von 100 Th. Base des Silikats wurden durch Glühen aufgeschlossen:
Kali . . .	1,35	Kali . .	1,47	8,88
Natron . .	0,24	Natron .	0,32	

Diese Thone eignen sich daher trefflich zur Darstellung hydraulischer Mörtel und können, im gebrannten Zustande gemahlen, ein höchst werthvolles Düngmaterial liefern. Ich habe mich durch den direkten Versuch überzeugt, dass selbst stark verdünnte Chlorwasserstoffsäure, ja, bei hinlänglich langem Durchleiten von Kohlensäure behufs Uebersättigung der alkalischen Erden, selbst diese beträchtliche Mengen Kali und Kieselsäurehydrat aufnimmt. Für hydraulischen Mörtel enthalten I. und II. zu viel, III. zu wenig Silikate; durch Glühen einer Mischung von einem Theile erstrer, mit 3 bis 7 Theilen des letztern wird, nach Versuchen im kleinen Maassstabe, ein Wassermörtel erhalten, der nichts zu wünschen übrig lässt, der, in Kugeln von 1 bis 2 Centimeter Durchmesser geformt, unter Wasser nach 48 Stunden vollständig erhärtet und, nach dreimonatlichem Aufbewahren unter Wasser, dem aus Portlandcäment in gleicher Weise dargestellten nichts nachgibt. Er würde sich daher wol zu industriellen Unternehmungen in grösserm Maassstabe eignen, wobei sämmtliche Glühabfälle, Bruch, durch Kohlensäure- und Wasseranziehung an der Luft unbrauchbar gewordener hydraulischer Mörtel etc., als Düngmaterial verwerthet, dem Landwirth mehr Nutzen bringen würde, als manche mit unverhältnissmässig grössern Schwierigkeiten fernher zu beschaffende Mineraldünger. Gewiss werden sich, bei genauerer Untersuchung der verschiedenen zahlreichen Lager ähnlicher bunter Thonmergel in unserer Gegend, auch solche finden, die, zwischen den genannten

I. und II. einerseits und III. andrerseits in Betracht des Dolomitgehalts die Mitte haltend, sich unmittelbar, ohne weitere Beimengungen gebrannt, zur Cämentfabrikation sehr wohl eignen würden.

XII.

Die devonischen Thone im Süden des Embachthales.

Von Prof. Dr. C. Schmidt.

(Vorgelegt im Januar 1857.)

Nachdem vorstehende Abhandlung bereits dem Drucke übergeben worden, erhielt ich zwei Sorten ausgedehnterer rother Thonlager der Odenpäh'schen und Werro'schen Gegend zur Untersuchung, und zwar:

a) von Tammen, im Odenpäh'schen Kirchspiele, 29 Werst südlich von Dorpat, und

b) von Orrawa, im Neuhausen'schen, 65 Werst SSO von Dorpat.

Es waren Drainröhren, die als Probeexemplare auf der Fabrik zu Mütta bei Dorpat angefertigt, mir sofort nach 48stündigem Brande zur Prüfung übergeben wurden. Beide Röhren waren ziegelroth, mässig porös; das feine Pulver wurde von siedender concentrirter Chlorwasserstoffsäure, ja selbst von heisser Schwefelsäure nur sehr unbedeutend angegriffen. Beide brausten weder vor noch nach dem Brennen mit Säuren; ihr Kalk- und Magnesiagehalt erwies sich als sehr gering; es waren reine dolomit- und kalkfreie Thonlager. Zur Analyse dienten, in Ermangelung frischen Rohmaterials, die fertigen Drainröhren; sie wurden in der früher erwähnten Weise mittelst Fluorwasserstoffsäure ausgeführt. Die Dichtig-

keitsbestimmungen des feinen Pulvers, wie der ganzen Röhren, sind mit besonderer Sorgfalt ausgeführt; sie geben den besten Maassstab für die Porosität und Imbibitionsgrösse derselben nach 24stündigem Liegen im Wasser, was für die praktische Anwendung dieser Röhren bei der Drainage von einiger Bedeutung sein könnte.

a) Drainröhren von Tammen.

Dichtigkeit des feinen Pulvers nach mehrstündigem Kochen mit Wasser = 2,6228.

Ein Stück Drainröhre von 26,338 Grammen Gewicht verdrängt Wasser:

α) unmittelbar nach dem Eintauchen . .	11,537	Gramm.
β) nach 24stündigem Liegen unter Wasser	10,645	„

demnach Dichtigkeit im frischen Stücke 2,2828
dieselbe nach der Imbibition mit Wasser 2,4742

Die frische Röhre enthält in 100 Volumen:

Luft	13,0	Volum-Procent (Poren)
feste Thonsubstanz	87,0	„ „

Die mit Wasser durchtränkte Röhre, nach 24stündigem Liegen unter Wasser:

Luft	5,7	Volum-Procent.
Wasser	7,3	„ „
feste Thonsubstanz	87,0	„ „

100 Theile wasserfreier Drainröhrensubstanz enthalten:

		Sauerstoffgehalt.	
Kieselsäure	67,84	35,94	
Thonerde	19,51	9,11	= 10,78
Eisenoxyd (mit Spur Manganoxyd) . . .	5,57	1,67	
Magnesia	0,34	0,14	= 1,52
Kalk	1,03	0,29	
Natron	1,37	0,35	
Kali	4,34	0,74	
	100,000	48,24	

b) Drainröhren von Orrawa.

Dichtigkeit des feinen Pulvers nach mehrstündigem Kochen mit Wasser = 2,6509.

Ein Stück Drainröhre von 19,7661 Grammen Gewicht verdrängt Wasser:

α) unmittelbar nach dem Eintauchen .	8,4381	Gramme
β) nach 24stündigem Liegen unter Wasser	7,9973	„

demnach Dichtigkeit im frischen Stücke 2,3424
dieselbe nach der Imbibition mit Wasser 2,4716

Die frische Röhre enthält in 100 Volumen:

Luft	11,7	Volum-Procent (Poren)
feste Thonsubstanz	88,3	„ „

Die mit Wasser durchtränkte Röhre, nach 24stündigem Liegen unter Wasser:

Luft	6,8	Volum-Procent.
Wasser	4,8	„ „
feste Thonsubstanz .	88,4	„ „

100 Theile wasserfreier Drainröhrensubstanz enthalten:

		Sauerstoffgehalt.	
Kieselsäure	60,56	32,08	
Thonerde	27,18	12,69	= 14,13
Eisenoxyd (mit Spur Manganoxyd) . . .	4,81	1,44	
Magnesia	0,49	0,20	= 1,59
Kalk	0,98	0,28	
Natron	1,08	0,28	
Kali	4,90	0,83	
	100,00	47,80	

Beide Thone enthalten demnach keinen oder nur höchst unbedeutende Mengen Dolomit, stimmen aber hinsichtlich des beträchtlichen Gehalts an Alkalien, d. h. an mechanisch zermalmtem, nicht chemisch zersetztem Feldspathe, mit den Dolomitthonen der nächsten Umgebung Dorpats sehr wohl überein.

Die grössere Dichtigkeit des Orrawaer Thones beruht auf seinem grössern Thonerdegehalte, gegenüber der Verringe-

rung der Kieselsäuremenge, da die Dichtigkeit erstrer bekanntlich etwa anderthalbmal so hoch ist wie die letztere, nämlich:

Kieselsäure .	2,652	bei 4° C. im luftleeren Raume
Thonerde .	4,152	(Royer u. Dumas).

Nimmt man, abgesehen von der Constitution der in kleiner Menge vorhandenen anderweitigen Silicate, den Sauerstoff der Alkalien als Maassstab der Quantität unzersetzt vorhandenen, nur mechanisch zermalmten Feldspaths, den Sauerstoff der Sesquioxyde (Eisenoxyd und Thonerde), unter Zugrundelegung der mittlern Constitution des Kaolins, als Maassstab für den der vollständigen Verwitterung anheimgefallenen Antheil desselben, und den Sauerstoffrest der Kieselsäure, nach Abzug der im Feldspath und Kaolin vorhandenen, als Quarz und neutrales Kalk-Magnesia-Silicat, so erhält man folgende Uebersicht der mineralogisch-geognostischen Constitution beider Thonlager:

a) Tammen.

100 Theile wasserfreien Thons enthalten:

				Sauerstoffgehalt.
α) 38,01 mechanisch verkleinerten Feldspath, worin:	Kieselsäure .	24,69	—	13,08
	Thonerde .	5,92	—	3,27
	Eisenoxyd .	1,69		
	Natron . .	1,37	—	1,09
	Kali . . .	4,34		
		38,01	—	17,44
β) 36,36 aus Zersetzung desselben hervorgegangenen Thon (Kaolin), worin:	Kieselsäure .	18,89	—	10,01
	Thonerde .	13,59	—	7,51
	Eisenoxyd .	3,88		
		36,36	—	17,52
γ) 3,80 Kalk- und Magnesia-Silicat, worin:	Kieselsäure .	2,43	—	1,29
	Magnesia .	0,34	—	0,43
	Kalk . . .	1,03		
		3,80	—	1,72
δ) 21,83 Quarz . . .	Kieselsäure .	21,83	—	11,56

b) Orrawa.

100 Theile wasserfreien Thons enthalten:

				Sauerstoffgehalt.
α) 38,66 mechanisch verkleinerten Feldspath, worin:	Kieselsäure .	25,14	—	13,32
	Thonerde .	6,41	—	3,33
	Eisenoxyd .	1,13		
	Natron . .	1,08	—	1,11
	Kalk . . .	4,90		
		38,66	—	17,76
β) 54,14 durch Verwitterung desselben gebildeten Thon (Kaolin), worin:	Kieselsäure .	29,69	—	15,73
	Thonerde .	20,77	—	11,80
	Eisenoxyd .	3,68		
		54,14	—	27,53
γ) 4,19 Quarz, Kalk- und Magnesiasilicat, worin:	Kieselsäure .	2,72	—	1,44
	Magnesia . .	0,49	—	0,48
	Kalk . . .	0,98		
		4,19	—	1,92
δ) 3,01 Quarz	Kieselsäure .	3,01	—	1,59

Es versteht sich von selbst, dass dieser Versuch mineralogischer Gruppirung nur als ungefährer halbschematischer Anhaltpunkt anzusehen ist, da nur die Zerlegung des ungeglühten frischen Thones mittelst siedender Schwefelsäure eine einigermassen sichere analytische Basis bietet. Gewiss ist ein Theil des Magnesia-, Kali- und Thonerde-Gehalts auch in diesen Thonen als Glimmer, vielleicht selbst als Talk oder Hornblende, jedenfalls als basischeres Silikat vorhanden, wodurch der Quarzgehalt entsprechend erhöht wird. Zur Vergleichung mit den Silicaten der Dolomitthone ist daher nur die Gesammtanalyse nach Abzug des Dolomitgehalts zu benutzen. Den zweckmässigsten Maasstab bietet das Sauerstoffverhältniss der Alkalien, alkalischen Erden, Sesquioxyde und der Kieselsäure, auf den jedesmaligen Sauerstoffgehalt der Alkalien als Einheit bezogen, in nachstehender Tabelle:

Relativer Sauerstoffgehalt, den der Alkalien = 1 gesetzt.

		Kali und Natron		Kalk und Magnesia		Eisenoxyd u.Thonerde		Kiesel-säure
A) Thone	a) Tammen . .	1	:	0,39	:	9,89	:	32,97
	b) Orrawa . .	1	:	0,43	:	12,73	:	28,90
B) Silica-te d.Dolo-mitthone	a') Quistenthal .	1	:	1,72	:	9,34	:	27,49
	b') Mütta-Thon	1	:	1,68	:	8,17	:	22,05
	c') Mütta-Dolomit	1	:	2,08	:	6,77	:	16,40

Es erhellt aus dieser Uebersicht, dass der Gehalt beider Thone an Silicaten der alkalischen Erden (Talk, Magnesiaglimmer, Hornblende) viel kleiner, als der der Dolomit-Silicate; der an unverwitterten Doppelsilicaten der Alkalien (Feldspathen), gegenüber den verwitterten (Kaolin), in beiden sehr bedeutend und nahezu gleich, der Quarzgehalt der Thone meist grösser, als der der Dolomitthon-Silicate ist.

Was die technische Verwendung dieser Thone betrifft, so ergeben die Analysen bezügliche Nachweise. Mit 50 pC. Kalkzuschlag würden sie, aufgeschlossen, ein treffliches Düngmaterial, mit der 4fachen Menge (d. h. auf einen Theil Thon zwei Theile Kalk) geglüht, hydraulischen Mörtel geben. Sie können, ihres bedeutenden Alkaligehalts wegen, nicht als feuerfeste Thone benutzt werden, eignen sich dagegen sehr wohl zur Fabrikation von Drainröhren, Ziegeln und gewöhnlichen Töpferwaaren. Beide sind frei von Steinen oder eingemengtem grobem Sande, daher die vorgängige mechanische Aufbereitung durch Schlämmen ganz wohl unterlassen werden kann.

XIII.

Die grauen untersilurischen Thone der Nordküste Ehstlands.

Von Prof. Dr. C. Schmidt.

(Vorgelegt im Januar 1857.)

Das einige Hundert Fuss fast senkrecht zum finnischen Meerbusen abfallende, zum Theil sehr schöne Profile darbietende Felsgestade Ehstlands (Glint) besteht, nach den Darstellungen in den Schriften v. Engelhardts [1]), Eichwalds [2]), Panders [3]) und Anderer, aus mächtigen, mit schwacher Neigung gen Süd einfallenden Schichten grauen Trilobitenkalks, der auf Thonschiefer und schwefelkiesreichem Sandstein ruht und einen feinen, grauen oder blaugrauen, plastischen Thon ohne Versteinerungen, als tiefste, nur wenig über dem Niveau des Meeres sich erhebende Schicht zur Unterlage hat. Dieser Thon lieferte das Material zu nachstehender Untersuchung, einem grössern Lager bei Alt-Isenhof, einem Strandgute des Hrn. Grafen Stackelberg, im Meridiane der Insel Hog-

---

1) M. v. Engelhardt und E. Ulprecht, Umriss der Felsstruktur Ehstlands und Livlands, mit Karte u. Schichtenprofil, in Karsten's Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde, Jahrg. 1830. Bd. II. S. 94.

2) E. Eichwald, geognostico-zoologicae per Ingriam marisque baltici provincias nec non de Trilobitis observationes. Casani 1825. 4. c. 5 tab. aen., und Desselb. Verf., über das silurische Schichtensystem in Ehstland. St. Petersb. 1840. 8.

3) Ch. H. Pander, Beiträge zur Geognosie des Russischen Reichs, mit. 31 lith. Taf. St. Petersb. 1830. 4.

land entnommen. Er ist sehr plastisch, feucht dunkelgrau, lufttrocken hellgrau, bleibt mit Wasser angerührt lange und gleichmässig suspendirt, so dass eine vorgängige mechanische Analyse durch Schlämmen, bei dem allmäligen Uebergange der abgelagerten Schichten in einander, fast unausführbar erscheint. Er wird rothgeglüht hellziegelroth; sintert beim Weissglühen zusammen und schmilzt in dünnen Splittern zum hellbouteillengrünen Glase. Durch siedende Chlorwasserstoffsäure wird derselbe nur sehr unvollkommen zersetzt; die Lösung enthält Eisenoxyd, Thonerde, etwas Schwefelsäure, Eisenoxydul, Manganoxydul, Magnesia, Kalk, Natron, Kali und Spuren von Phosphorsäure; es entweicht etwas Kohlensäure und Schwefelwasserstoff. Die Lösung in verdünnter, chlorfreier Salpetersäure enthält Spuren von Chlor. Der in Chlorwasserstoffsäure unlösliche Rückstand enthält Schwefelkies [1]) innig gemengt mit plastischen Thonerde-, Eisenoxyd-Silicaten (Thon) und mikroskopisch nachweisbaren glashellen Quarzsplittern. Salpetersalzsäure löst erstre unter Entfärbung und hinterlässt das Gemenge von Thon und Quarzpulver. Der Gehalt an organischer Substanz ist sehr unbedeutend, dagegen wird das Hydratwasser bei 100° mit grosser Energie zurückzurückgehalten, und entweicht erst über 200° C., bei gleichzeitiger Oxydation des Schwefeleisens und beginnender Kohlensäure-Entwickelung. Der überwiegend grössere Theil des

---

1) Ueber diesen Schwefelkiesgehalt vergl. die sehr gründliche Untersuchung meines Assistenten, des Hrn. Magister A. Goebel, im „Archiv" erster Serie, Bd. I, S. 239–292, die den Gegenstand, namentlich für die obersilurischen Dolomite Oesels, so umfassend erschöpft, dass ein weiteres Eingehen hier füglich unterlassen werden kann. Goebel untersuchte von untersilurischen Thonlagern das von Orro, östlich von Alt-Isenhof am Abfall des ehstländ. Glint gelegen, und fand (ibid. I, S. 263) im ganzen Thone 0,833 pC. Schwefelkies, in den schwarzen, für Fucoidenreste gehaltenen Ueberzügen der Kluftflächen . . . 9,87 pC. bis 19,515 pC. Schwefelkies. Vergl. das Weitere hierüber a. a. O.

Schwefeleisens ist durch Chlorwasserstoffsäure unzersetzbarer Schwefelkies, der Rest, aequivalent der durch letztere bei der Lösung entbundenen Schwefelwasserstoffmenge, als Magnetkies (Fe_7S_8) oder Protosulfuret (FeS) vorhanden. Die Analyse des Silicatrückstandes wurde einerseits durch Fluorwasserstoffsäure, andrerseits behufs möglichster Sonderung des fein zertheilt eingemengten Quarzes mittelst siedender Schwefelsäure in bekannter Weise ausgeführt. Zur Beurtheilung des speciellen Ganges derselben sind die analytischen Data selbst nachstehend mitgetheilt. Alle Angaben beziehen sich auf lufttrocknes Thonpulver, das, in einem wohlverschlossenen Stöpselglase aufbewahrt, vom Beginne bis zum Schlusse der Versuchsreihe völlig constanten Wassergehalt zeigte.

Analytische Data.

a) 1 Gramm verlor binnen 24 Stunden über Schwefelsäure,
bei 18° C. . . . . 0,0090 Grm.
binnen 10 darauf folgenden Stunden im
Luftbade bei 100° C. noch . . . 0,0028 „
darauf hellroth geglüht noch . . . . 0,0487 „
Gesammtglühverlust . 0,0605 Grm.

b) 10 Grm. mit heisser concentrirter Chlorwasserstoffsäure erschöpft, rasch mit heissem Wasser ausgewaschen, die gesammelten Filtrate behufs Bestimmung der präformirten Schwefelsäure mit Chlorbaryum gefällt, gaben
0,039 Grm. BaO, SO_3
entsprechend 0,0134 „ SO_3 (präformirt).

b') Der Rückstand mit siedender Salpetersalzsäure erschöpft, mit Chlorbaryum gefällt . . . 0,173 Grm. BaO, SO_3.

c) 10 Grm. direkt mit Salpetersalzsäure erschöpft, das Filtrat mit Chlorbaryum gefällt . . 0,268 Grm. BaO, SO_3 [1]).

Demnach ergaben die Niederschläge *b*, *b'* u. *c*:

α) 0,229 Grm. BaO, SO_3 aequivalent FeS_2 und FeS,

β) 0,173 „ „ „ „ FeS_2 allein = 0,0500 FeS_2

Rest = 0,056 Grm. BaO, SO_3 aequivalent FeS allein = 0,0211 FeS, bei Zersetzung mittelst Chlorwasserstoffsäure liefernd 0,00817 Grm. Schwefelwasserstoff.

d) 10 Grm. im Kugelapparate durch Chlorwasserstoffsäure zersetzt, verloren

Kohlensäure plus Schwefelwasserstoff 0,0496 Grm.

davon Schwefelwasserstoff . . . . 0,0082 „

Rest = 0,0414 Grm. CO_2.

e) 10 Grm. im Kohlensäurestrome mit siedender Chlorwasserstoffsäure erschöpft, ergaben durch Maassbestimmung mittelst übermangansauren Kali's, als Chlorür gelöstes Eisen . . . . 0,0960 Grm.

davon lieferten 0,0211 Grm. FeS . . 0,0135 „

Rest, als Eisenoxydul im Thone präformirt = 0,0825 Grm. Fe = 0,10605 Grm. Eisenoxydul.

f) 10 Grm. mit Salpetersäure erschöpft, Lösung und Waschwasser concentrirt, mittelst molybdänsauren Ammoniaks und Ammoniak-Magnesia-Nitrats, 0,0012 Grm. 2 MgO, PO_5 = 0,00077 Grm. PO_5.

g) 10 Grm. mit verdünnter chlorfreier Salpetersäure 24 Stunden kalt digerirt, das Filtrat mit salpetersaurem Silberoxyd versetzt, schwache Trübung.

h) 10 Grm. mit Salpetersalzsäure erschöpft, Filtrat mit Ammoniak gefällt, der Niederschlag in Chlorwasserstoff-

1) Es versteht sich von selbst, dass sämmtliche Filtrate, behufs Verjagung des grössten Theils freier Säure, erst bis fast zur Trockne verdampft, dann mit Wasser und Salmiaklösung verdünnt, mit Chlorbaryum gefällt und der Niederschlag durch Auskochen mit Chlorwasserstoffsäure von einem möglichen Gehalt an mitgefälltem salpetersaurem Baryt und Eisenoxyddoppelsalz befreit wurden.

säure wieder gelöst, durch Digestion mit kohlensaurem Baryt und volumetrische Trennung von Fe_2O_3 und Al_2O_3 mittelst übermangansauren Kali's:

0,392 Grm. Fe_2O_3
0,376 „ Al_2O_3
0,019 „ MnO, SO_3, worin

0,00895 Gramm. Manganoxydul.

i) 1 Grm. mit Fluorwasserstoffsäure und Schwefelsäure in bekannter Weise zersetzt, ergaben:

0,0682 Grm. Fe_2O_3 und Mn_2O_3
0,1701 „ Al_2O_3
0,0041 „ CaO, durch Weissglühen des Kalkoxalat-Niederschlages.
0,0554 „ MgO, SO_3 = 0,0184 MgO
0,0902 „ NaCl + KCl,
woraus 0,284 „ $KPt\,Cl_3 = \begin{cases} 0{,}00180 \text{ NaO} \\ 0{,}05485 \text{ KO.} \end{cases}$

k) 1 Grm. mit Salpetersalzsäure, concentrirter siedender Schwefelsäure und verdünnter Kalilösung erschöpft, hinterliess 0,4439 Grm. unlöslichen Rückstand, woraus durch Fluorwasserstoffsäure 0,0038 Grm. Fe_2O_3

0,0089 „ Al_2O_3
0,0045 „ MgO, SO_3 = 0,0015 MgO
0,0058 „ KCl + NaCl, woraus
0,0141 „ $KPt\,Cl_3 = \begin{cases} 0{,}00079 \text{ NaO} \\ 0{,}00272 \text{ KO} \end{cases}$

Dichtigkeit des lufttrocknen Pulvers bei 18° C. = 2,7193
„ „ bei 100° C. getrockneten Pulvers = 2,7625
Daraus berechnete Dichtigkeit des wasserfreien Thones . . . . = 3,0236
Direkt bestimmte Dichtigkeit des geglühten Thonpulvers (einer aus dem Thone gebrannten Drainröhre) . . . . = 2,7207

---

100 Theile lufttrocknen Thones enthalten demnach:

Kieselsäure	61,974
Kohlensäure	0,414
Schwefelsäure	0,134
Phosphorsäure	0,008
Schwefel	0,309
Chlor	Spur
Thonerde	17,010
Eisenoxyd	5,152
Eisenoxydul	1,061
Eisen	0,402
Manganoxydul	0,089
Magnesia	1,840
Kalk	0,410
Natron	0,180
Kali	5,485
Hydratwasser und Spur organischer Substanz	4,352
Bei 100 ° C. entweichendes Wasser	0,280
Bei 18° C. über Schwefelsäure entweichendes Wasser	0,900
	100,000

Diese Elemente gruppiren sich, wie folgt:

a) 0,288 pC. krystallisirter Gyps . . . . . $= \begin{cases} 0{,}228\ CaO,\ SO_3 \\ 0{,}060\ HO. \end{cases}$

b) 0,017 pC. Apatit . $= \begin{cases} 0{,}015\ 3\,CaO,\ PO_5 \\ 0{,}002\ CaCl. \end{cases}$

c) 0,815 pC. Dolomit . $= \begin{cases} 0{,}443\ CaO,\ CO_2 \\ 0{,}372\ MgO,\ CO_2. \end{cases}$

d) 0,083 pC. Kalkspath $=$ 0,083 $CaO,\ CO_2$.

e) 0,711 pC. Eisenkiese $= \left\{ \begin{matrix} 0{,}452\ FeS_2 \\ 0{,}259\ Fe_7S_8 \end{matrix} \right\}$ oder $\left\{ \begin{matrix} 0{,}500\ FeS_2 \\ 0{,}211\ FeS. \end{matrix} \right.$

f) 52,516 pC. durch Schwefelsäure zersetzbare Silikate:

			Sauerstoffgehalt.	
Kieselsäure	19,345	—	10,254	
Thonerde	16,120	—	7,527	} = 8,959
Eisenoxyd	4,772	—	1,432	
Eisenoxydul	1,061	—	0,236	} = 1,791
Manganoxydul	0,089	—	0,020	
Magnesia	1,513	—	0,642	
Natron	0,101	—	0,026	
Kali	5,213	—	0,883	
Wasser	4,292	—	3,815	

g) 44,390 pC. durch Schwefelsäure unzersetzbare Silicate und Quarz:

			Sauerstoffgehalt.	
Quarz u. Kieselsäure der Silicate	42,619	—	22,580	
Thonerde	0,890	—	0,416	} = 0,530
Eisenoxyd	0,380	—	0,114	
Magnesia	0,150	—	0,060	} = 0,126
Natron	0,079	—	0,020	
Kali	0,272	—	0,046	

h) 1,180 pC. schwach gebundenes und hygroskopisches Wasser:

bei 100° C. entweichend	0,280
bei 18° C. über Schwefelsäure entweichend	0,900

Ein Blick auf das Sauerstoffverhältniss der Alkalien zu den Sesquioxyden und der Kieselsäure in den durch Schwefelsäure zersetzbaren Silicaten ergibt, dass der in bedeutender Menge darin enthaltene unzersetzte oder zum Theil zersetzte Feldspath kein neutrales, dem Orthoklastypus entsprechendes, sondern ein basisches, dem Labrador analog constituirtes Silicat ist. Auf 0,909 pC. Sauerstoff der Alkalien würde nach ersterm die 12fache Menge, d. h. 10,908 pC., nach letzterm die 6fache, d. h. 5,454 pC. Sauerstoff der Kieselsäure erfordert, während von derselben überhaupt nur 10,254 pC. vorhanden sind, von denen ein Theil durch die Sesquioxyde beansprucht wird. Damit stimmt die theilweise Zersetzbarkeit durch Chlorwasserstoffsäure oder Salpetersalzsäure, für die

die analytischen Data (h) den Maassstab liefern. Durch Salpetersalzsäure werden gelöst:

			Sauerstoff-gehalt.
Thonerde 3,76 pC.			1,756
Eisenoxyd 3,92 pC., davon	dem FeS_2, Fe_7S_8 u. FeO entsprechend . . .	1,752 —	
	als Fe_2O_3 präform.	2,168 —	0,650
Im Ganzen Al_2O_3 und präformirtes Fe_2O_3		5,928 —	2,406

Diesen 2,406 pC. Sauerstoff der Sesquioxyde entsprechen nach dem Labradortypus 0,802 pC. Sauerstoff der RO-Basen und 4,812 pC. Sauerstoff der SiO_3. Die Sauerstoffmengen des Rests sind: Sauerstoff der

RO		R_2O_3		SiO_3
1,005	:	6,553	:	5,442

ein sehr basisches Verhältniss, dessen Deutung schwierig ist, und die Anwesenheit einer gewissen Quantität Eisenoxydhydrat wahrscheinlich macht, wodurch beide auf den Drittelsilicattypus reducirt werden; der in Chlorwasserstoffsäure lösliche Antheil mit Alkalien, der darin unlösliche mit Magnesia und Eisenoxydul als monoxydischer (RO) Basis.

Es bleibt hier ein weites Feld möglicher Conjunkturen offen, deren grössere oder geringere Wahrscheinlichkeit durch fortgesetzte Untersuchungen, namentlich systematische Erschöpfung mit Chlorwasserstoffsäure verschiedener Concentration und Glühen im Chlorwasserstoffstrome zu ermitteln ist.

Nimmt man den durch siedende Schwefelsäure unzersetzbaren Rest (g) als Gemenge von Quarzsand und Neutralsilicaten, d. h. nach dem Verhältniss des Sauerstoffs der

RO u. R_2O_3	:	SiO_3
0,656	:	1,968

von 38,904 pC. feinen Quarzsandes mit 5,486 pC. Silicaten, so erhält man als Resumé folgende

Mineralogische Charakteristik des untersilurischen Thones von Isenhof.

100 Theile im lufttrocknen Zustande enthalten:

Gyps $CaO, SO_3, 2\ aq.$	0,288
Dolomit ($CaO, CO_2 + MgO, CO_2$)	0,815
Kalkspath (CaO, CO_2)	0,083
Apatit ($3\ [3\ CaO, PO_5] + CaCl$)	0,017
Schwefelkies (FeS_2)	0,452
Magnetkies (Fe_7S_8)	0,259
Dem *Labrador*-Typus entsprechende, mehr oder minder zersetzte Drittelsilicate von Mono- und Sesquioxyden als Hydrate nebst Eisenoxydhydrat (durch Schwefelsäure, zum Theil durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbar, und Spur organischer Substanz)	52,516
Dem *Orthoklas*-Typus entsprechende Neutralsilikate, durch Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure unzersetzbar .	5,486
Quarzfragmente	38,904
Hygroskopisches Wasser	1,180
	100,000

Die bei der chemischen Verbindung des wasserfreien Thons mit Wasser (Hydratbildung) stattfindende sehr bedeutende Verdichtung entspricht vollkommen der Energie, mit der das gebundene Wasser in höherer Temperatur zurückgehalten wird. Während die direkt bestimmte Dichtigkeit des geglühten wasser- und kohlensäurefreien Thonpulvers = 2,7207 ist, ist die des lufttrocknen, d. h. $\begin{cases} 5{,}532 \text{ pC. Wasser} \\ 0{,}414 \text{ pC. Kohlensäure} \end{cases}$ enthaltenden, fast eben so hoch = 2,7193. Wird die bei der Hydratation stattfindende Verdichtung aufs Thonpulver allein übertragen, so ergibt sich daraus die Dichtigkeit des wasserfreien Thons im Molecularzustande des Hydrats = 3,0326,

die bei der Bildung des letztern stattfindende Volumverdichtung demnach ungefähr 10 pC. des Gesammtvolums. Diese bedeutende Molecularauflockerung durchs Glühen (um circa 10 Volumprocente) erklärt die bedeutende Absorptionsfähigkeit des gebrannten Thonpulvers für leicht condensirbare Gase und ihren zum Theil dadurch bedingten sehr günstigen Einfluss auf die Vegetation bei der Anwendung als Düngmaterial in sehr instruktiver Weise.

XIV.

Versuch einer Monographie der in den silurischen Schichten der Ostseeprovinzen vorkommenden Trilobiten.

Von

Johannes Nieszkowski.

Mit III Tafeln.

(Vorgelegt im December 1856.)

Einleitung.

Ehe ich an eine geordnete Darstellung des vor mir liegenden Materials schreite, möchte es zweckmässig erscheinen einige Worte hinsichtlich unserer derzeitigen Kenntniss der Trilobiten der Ostseeprovinzen vorauszuschicken, denen einige Erörterungen, betreffend die geographische Verbreitung der Trilobiten in dem silurischen Felsgebäude der Baltica, aus der nachfolgenden Arbeit geschöpft, sich anschliessen mögen.

Die erste und bis jetzt die reichste Ernte im Gebiete der Trilobiten von dem silurischen Boden der Ostseeprovinzen schöpfen wir aus den Schriften Eichwalds. Schon vor 30 Jahren mit der Untersuchung der geognostischen Beschaffenheit des ehstländischen Küstenlandes beschäftigt, hat uns dieser Gelehrte bereits damals einige Arten seiner Gattung *Cryptonymus* kennen gelehrt. Seine nachfolgenden

Schriften enthielten stets neue Beiträge zur Kenntniss der interessanten Thiergruppe der Trilobiten, so dass die gesammte Zahl der von ihm theils beschriebenen, theils nur beiläufig erwähnten Arten sich auf 33 beläuft.

Von den 33 von Eichwald aufgeführten Arten sind jedoch leider nur 13 als wohl charakterisirte Species nachweisbar; die übrigen 20 sind entweder unter dieselben Arten zu vertheilen, oder aber nach mangelhaften Exemplaren ungenügend unterschieden, oder notorisch unrichtig bestimmt.

Diese 13 Arten Eichwald's, denen Kutorga noch den *Encrinurus punctatus* hinzufügte, im Ganzen somit 14 Arten, bilden die Gesammtausbeute der bisherigen Studien über die Trilobiten in den Ostseeprovinzen. Die Geringfügigkeit dieses Materials liefert den Beweis, wie wenig in diesem Zweige der Paläontologie bis dahin hier geleistet worden ist, wie viel noch auszubeuten übrig bleibt und wie lange Studien der Gegenstand erfordert, ehe er, ich sage nicht als erschöpft, nur als hinlänglich bearbeitet angesehen werden dürfte. In wiefern die Kenntniss desselben durch den vorliegenden ersten Versuch einer monographischen Darstellung der Triboliten-familie in den Schichten der Ostseeprovinzen gefördert sein wird, dies zu erweisen, wird der Arbeit selbst überlassen sein. Die eben geäusserte Behauptung aber zu erhärten, hebe ich nur hervor, dass ich, ausser mehreren mangelhaften, nicht zu bestimmenden, jedoch zweifelsohne zu besondern Arten gehörigen Bruchstücken (welche ich meist unberücksichtigt liess), im Stande war, aus den verschiedenen Sammlungen allein, die mir zu Gebote standen, — denn eigene Reisen zu dem Zwecke habe ich nicht unternommen, — nicht weniger als 52 durch mehr oder minder vollständige Handstücke repräsentirte, scharf unterschiedene Trilobitenarten nachzuweisen.

Diese Gesammtzahl der Arten, welche die vorliegende Arbeit aufführt, begreift die erwähnten, schon früher bekannten 14 Arten in sich, unter denen eine, von Eichwald ohne Namen abgebildete, von mir benannt worden ist *(Lichas Eichwaldi)*; ferner 23 Arten die in den silurischen Schichten anderer Länder bereits bekannt, bei uns jedoch von mir zuerst untersucht wurden, und endlich 15 neue, bis jetzt nicht veröffentlichte Species.

Hinsichtlich der verticalen Verbreitung der Arten ist hervorzuheben, dass deren numerisches Verhältniss in den unter- und obersilurischen Schichten auffallend verschieden ist; indem wir nämlich in den erstern 42 Artern vorfinden, sind in den letztern kaum 10 enthalten, und nur eine einzige Art, der ***Phacops caudatus,*** wird, bei uns wie auch in England, in beiden Abtheilungen der Silurformation angetroffen.

Die reichsten Fundgruben für Trilobiten bieten die Kalksteinbrüche bei Wesenberg und der Brandschiefer von Wannamois. Die von diesen Fundorten herstammenden Exemplare sind jedoch leider äusserst selten vollständig erhalten, indem der kieselharte Kalkstein sowol, wie anderseits der sehr leicht zerreibliche Brandschiefer, das Herausarbeiten der Thiere sehr schwierig machen. Die Schichten von Reval, Orrenhof, von den Inseln Dagö, Odinsholm, und besonders der Fliesenkalk von Tyrssel, Chudleigh, überhaupt die Strecke zwischen dem finischen Meerbusen und der Narowa, zeigen sich viel ärmer als die vorhin genannten Orte. Auch die Kalksteine von Borckholm, Ampel und Hapsal enthalten nur wenige Trilobiten, verdienten aber jedenfalls einer genaueren Untersuchung unterworfen worden zu sein.

Die wenigen obersilurischen Arten stammen grösstentheils von den Inseln Oesel (St. Johannis, Lode, Ficht) und Moon her, vielleicht indem die entsprechenden Schichten auf dem

Festlande, wie bei Kerkau, Fennern, Oberpahlen und Talkhof, noch zu wenig untersucht wurden. Gegenwärtig steht die Zahl der bei uns gefundenen Trilobiten, gegen die in Scandinavien, England und Böhmen bekannte Artenzahl verglichen, noch sehr zurück. Ich bin jedoch vollkommen überzeugt, dass, wenn mit demselben Eifer, wie dies in neuester Zeit aufgekommen ist, noch einige Jahre bei uns gesammelt wird, wir ohne Zweifel einen gleich grossen Reichthum von Gattungen und Arten aufzuweisen im Stande sein werden. Dieser Behauptung wird um so mehr Gewicht zur Wahrscheinlichkeit gegeben werden, wenn wir bemerken, dass nicht weniger als 38 der bei uns vorkommenden Trilobitenarten mit solchen aus Skandinavien oder England übereinstimmen. Die folgende Tabelle mag eine Uebersicht gewähren, um die respective Artenzahl der in unsern Schichten enthaltenen Gattungen mit solcher in Skandinavien, England, Böhmen und Amerika, in Bezug auf das Vorkommen der gleichen Arten in dem silurischen Boden jener Länder, zu vergleichen.

Gattungen	Ostsee-provinzen	Scandinavien	England	Böhmen	Amerika
1. ***Phacops*** Emmr.	6	2	5	—	—
2. ***Calymene*** Brogn.	2	1	2	1	—
3. ***Proëtus*** Steininger.	4	1 (2) ?	2	—	—
4. ***Cyphaspis*** Burm.	1	—	1	—	—
5. ***Asaphus*** Dalm.	6	3	2	—	1
6. ***Lichas*** Dalm.	9	5	—	—	—
7. ***Illaenus*** Dalm.	4	2	2	—	2
8. ***Bronteus*** Gldfs.	1	—	1	—	—
9. ***Cheirurus*** Beyr.	3	1	1(?)	—	—
10. ***Sphaerexochus*** Beyr.	6	3	1.	1	1
11. ***Encrinurus*** Emmr.	3	1	3	—	1
12. ***Zethus*** Pand.	4	2	1	—	—
13. ***Amphion*** Pand.	2	2	—	—	—
14. ***Platymetopus*** Ang.	1	—	—	—	—
	52	23	20	2	5

Aus dieser Tabelle ersieht man die grösste Verwandtschaft der Trilobitenfauna unserer Schichten mit jener von Skandinavien und England, und es lässt sich sonach mit Recht erwarten, dass auch die übrigen dort vorkommenden Arten, bei sorgfältig fortgesetzten Forschungen, zumeist auch bei uns werden entdeckt werden.

Was dagegen Böhmen anbelangt, so darf kaum gehofft werden noch mehr übereinstimmende Thiere in den Formationen beider Länder vorzufinden, indem selbst die obenangeführten zwei, nämlich *Calymene Blumenbachii* und *Sphaerexochus mirus,* sowol von unseren, als auch von den skandinavischen und englischen Exemplaren, in Etwas, wenn auch unbedeutend abzuweichen scheinen.

Die Trilobiten Amerikas sind bis jetzt noch zu wenig bearbeitet worden, versprechen aber dereinst eine grössere Identität mit unseren als die böhmischen wahrnehmen zu lassen.

Es sei mir nun gegönnt in wenigen Worten über die Art und Weise, wie ich die specielle Beschreibung der einzelnen Arten ausführte, eine kurze Rechenschaft abzulegen. Ich übergehe es meine Begriffe über die Bedeutung der Art, ihre Gültigkeit und Beschränkung, auseinanderzusetzen, indem ich diesen alten zur Zeit noch ungelösten Streitpunkt unter den Naturforschern, der wahrscheinlich auch lange noch als solcher anzusehen sein wird, nicht berühren will. Die Begrenzung der Art wird dem Paläontologen stets mehr Schwierigkeit in den Weg legen als dem Zoologen und Botaniker, indem diese, ihre Zweifel zu lösen, nach dem Scalpell greifen und die Sache durch Hülfe des Mikroskops entscheiden lassen, während dagegen jener auf das erste Mittel vollkommen verzichten muss und des zweiten sich nur ausnahmsweise zu bedienen vermag.

Auch die Anhaltpunkte, die das Aeussere des Thieres und die geognostische Lage bieten, sind nicht immer stichhaltig.

Was mich betrifft, so darf ich behaupten, dass das Bestreben zu identificiren mich nicht über die Gebühr in meinen Ansichten leitete, indem ich nie verschiedene Arten zusammenzog, ohne die angeführten Differenzen geprüft und für falsch oder ungenügend erkannt zu haben.

Bei der Benennung der Arten, habe ich stets den Prioritätsrechten strenge Rechnung getragen. Die Synonymie suchte ich, so viel mir möglich war, vollständig zusammenzustellen; in einzelnen, obwol seltenen Fällen, beschränkte ich mich nicht auf die mir zugängliche Literatur allein, sondern erlaubte mir auch noch einige Werke, die mir nicht zu Gebote standen, sich jedoch des Rufes der Exactheit erfreuen, zu citiren.

Alle Beschreibungen habe ich stets nach den mir vorliegenden Exemplaren ausgeführt; da mir aber oft keine vollständigen Thiere, sondern nur Bruchstücke zu beobachten möglich war, so bin ich zuweilen genöthigt gewesen, der Vollständigkeit wegen, eine kurze Charakteristik der mangelnden Theile andern Beobachtern zu entnehmen, immer jedoch mit einer genauen Hinweisung auf das Werk und den Verfasser, welchen sie entlehnt wurde. Die Beschreibung ist überall nur auf das Beobachtete beschränkt; nirgends enthält sie etwas Ideelles oder Willkürliches, keine Vermuthung über die Beschaffenheit fehlender Theile und keinen Versuch der Restauration derselben. Alles Uebrige, was bei der Untersuchung meine Aufmerksamkeit in Anspruch nahm, der eigentlichen Beschreibung jedoch fremd erschien, habe ich, um diese nicht weitschweifig zu machen, in den Anmerkungen erwähnt.

Alle nach sorgfältiger Prüfung und genauer Vergleichung mit bekannten Arten von mir als neu aufgestellten, sind möglichst genau beschrieben, wo es sich als nöthig erwies, mit differenziellen Diagnosen versehen und ohne Ausnahme abgebildet. Einige schon früher veröffentlichte Arten liess ich zeichnen, wenn mir bessere Stücke als andern Beobachtern davon zu Gebote standen.

Eine Rechtfertigung darüber, dass ich die aufgeführten Gattungen nicht in Familien gruppirte, möchte kaum nöthig erscheinen. Die Classification der hier beschriebenen 14 Gattungen hätte ja nur den einseitigen Zweck haben können, die Bestimmung verschiedener Formen zu erleichtern; um diesem nachzukommen, hätte man entweder einer der frühern Eintheilungen folgen, oder aber eine neue, künstliche, nur für die vorliegende specielle Arbeit geltende Eintheilung schaffen müssen. Der erstere Ausweg erschien unzweckmässig, indem die ganze Reihe älterer Classificationen gegenwärtig nicht mehr anwendbar ist, die neueste und beste, von Barrande vorgeschlagene Anordnung aber, wegen der grossen Zersplitterung in Familien, dem oben erwähnten Gesichtspunkte ebensowenig entsprechen konnte, da unsere 14 Trilobiten-Gattungen danach nicht weniger als in 11 oder 12 besondere Familien sich vertheilt haben würden; augenscheinlich kein Vortheil für die Bestimmung der Formen. Eine neue Gruppirung der Gattungen endlich wäre eine mühevolle und zugleich nutzlose Beschäftigung gewesen, indem solche nur eines höchst ephemeren Lebens sich hätte erfreuen dürfen und jede neu hinzukommende Gattung das ganze Gebäude umzustürzen gedroht hätte.

Ich verzichte somit auf jede Classification und begnüge mich alle unten beschriebenen Gattungen, nach dem Vorgange von Barrande, in zwei grosse, natürliche Gruppen zerfallen

zu lassen, nämlich 1) in die Gattungen mit gefurchten Pleuren (*plèvre à sillon*) und 2) in solche mit glatten Pleuren (*plèvre à bourrelet*).

Schliesslich sei mir gestattet meinen wärmsten Dank zunächst dem Hrn. Friedr. Schmidt, Assistenten beim botanischen Garten hieselbst, auszudrücken, der, selbst mit der Untersuchung der silurischen Formation in den Ostseeprovinzen beschäftigt, die auf seinen vielfältigen Streifzügen durch das Gebiet gesammelten, zahlreichen Trilobiten mir zur Benutzung übergab. Mögen ferner die Herrn Dr. Alexander von Schrenk, dessen reiche Sammlung mir in vollem Maasse zu Gebote stand, und mein hochverehrter Lehrer, Professor Dr. Grewingk, mir erlauben ihrer Humanität mich zu rühmen.

Wenn ich endlich die Namen noch einiger andern Freunde hier bezeichnen will, so geschieht solches in dankbarer Anerkennung eingedenk der mancherlei Beiträge, die mir von allen Seiten zu dem wissenschaftlichen Material meiner Arbeit zuflossen. Ich erhielt dergleichen von den Herrn Cand. Harder, Studd. v. Rosen, Glehn, Czekanowski, Dybowski und Wirion.

Uebersicht der benutzten Literatur.

1810. Blumenbach (Fr.), Abbildungen naturhistorischer Gegenstände, I. Cent. Göttingen. 8. (Taf. 50. Trilobiten darstellend.)

1820. Schlotheim (E. F. Baron v.), Die Petrefactenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte etc. Gotha. 8. Mit Atlas in 4.

1822. Brogniart (Al.), Histoire naturelle des Crustacées fossiles. Paris. 4.

1823. Schlotheim (E. F. Bar. v.), Nachträge zur Petrefactenkunde, II. Abth. 8.

1825. Eichwald (Ed.), Observationes geognostico-zoologicae per Ingriam marisque baltici provincias, nec non de Trilobitis. Casani. 4.

1826. Dalman (F. W.), Om Palaeaderna eller de så kallade Trilobiterna. Stokh. 4. (Deutsch von Fr. Engelhardt. Nürnberg 1828).

1830. Pander (C. H.), Beiträge zur Geognosie des russischen Reichs. St. Petersburg. 4.

1835. Bronn (H. G.), Lethaea geognostica etc. Stuttgart. 4. Mit Atlas in kl. fol.

1837. Murchison (R. J.), The silurian System, founded on geological researches. London. 4.

1837. Quenstedt (A.), Beitrag zur Kenntniss der Trilobiten, mit besonderer Rücksicht auf ihre Gliederzahl, s. in Wiegmann's Archiv, p. 337 u. ff.

1837. Hisinger (W.), Lethaea suecica. Holmiae 4. c. suppl. I. et II.

1839. Emmrich (H. F.), De Trilobitis dissert. Berolini. 8.

1840. Buch (L. v.), Beiträge zur Bestimmung der Gebirgsformationen in Russland. Berlin. 8.

1840. Milne Edwards, Histoire naturelle des Crustacées. Vol. III. p. 285 sqq. Paris. 8.

1840. Eichwald (Ed.), Ueber das silurische Schichtensystem in Esthland. St. Petersburg. 8.

1840—42. Münster (G. Gr. zu), Beiträge zur Petrefactenkunde. Bayreuth. 4. III. Heft.

1841. Phillips (J.), Figures and discriptions of the palaeozoic fossils of Cornwal, Devon and West Somerset. London. 8.

1842. Eichwald (Ed.), Die Urwelt Russlands durch Abbildungen erläutert. II. Heft. St. Petersburg. 8.

1843. Roemer (F. A.), Die Versteinerungen des Harzgebirges. Hannover. 4.

1843. Goldfuss (A.), Systematische Uebersicht der Trilobiten etc., in Leonh. u. Bronn's neuem Jahrb. f. Mineralogie, S. 537 u. ff.

1843 Burmeister (Dr. H.), Die Organisation der Trilobiten etc. Berlin. 4.

1843. Leuchtenberg (Max. Herz. v.), Beschreibung einiger Thierreste der Urwelt von Zarskoje-Sselo. St. Petersburg. 4.

1845. Murchison, Verneuil and Keyserling, Russia and the Ural mountains. Vol. II. Palaeontology. Paris. 4.

1845. Emmrich, über die Trilobiten, in Leonh. u. Bronn's neuem Jahrb. für Miner. etc.

1845. Beyrich (Dr. E.), über einige böhm. Trilobiten, I. Stück. 4.

1846. Beyrich, Untersuchungen über Trilobiten. II. St. Berlin. 4.

1846. Mac Coy, Synopsis of the silurian Fossils of Ireland. 4.

1846. Keyserling (Gr. Al.), Wissenschaftliche Beobachtungen auf einer Reise in das Petschora-Land, im J. 1843. St. Petersb. 4.

1847. Volborth (Dr. A. v.), Ueber einige russ. Trilobiten, in den Verhandl. d. mineral. Gesellsch. zu St. Petersb., p. 1 u. ff.

1848. Phillips and Salter, Memoirs of the geological Survey of the Great-Britain. Vol. II. Part. I. 8.

1849—53. Salter (J. W.), Memoirs of the geological Survey of the United Kingdom. etc. Decade II. (1849) Dec. VII. (1853). 8.

1851. Mac Coy (Fr.), Description of the british palaeozoic fossils in the geological Museum of the University of Cambrige. P. II. 4.

1852. Hall (J.), Palaeontology of New-York. Albany. 4.

1852. Barrande (J.), Système Silurien du centre de la Bohème. Vol. I. Trilobites. Prague et Paris. 4.

1852—54. Angelin (N. P.), Palaeontologia Scandinavica fasc. I et II. Jconographia crustaceorum formationis transitionis. Lipsiae. 4.

1854. Kutorga (Dr. S.), Einige Sphaerexochus und Cheirurus aus den silurischen Kalksteinschichten des Gouv. v. St. Petersb. in den Verhandl. d. miner. Gesellsch. zu St. Petersburg.

1854. Eichwald (Ed. v.), Die Grauwackeschichten von Liv- und Ehstland, im Bulletin de la Société Imp. des naturalistes de Moscou. S. I. u. ff.

1854. Murchison (R. J.), Siluria. The History of the oldest known rocks containing organic remains, with brief sketch of the distribution of gold over the earth. London. 8.

Uebersicht der Gattungen und Arten.

A. Die Pleuren gefurcht.

Gattungen und Arten.	Geogn. Horizont.
1. **Phacops** Emmr.	
Stokesi Milne Edw.	OS.
Downingiae Murch.	OS.
dubius Nieszk.	US.
conophthalmus Boeck.	US.
truncato-caudatus Portl.	US.
caudatus Brünn.	US. u. OS.
2. **Calymene** Brogn.	
Blumenbachii Brogn.	OS.
brevicapitata Portl.	US.
3. **Asaphus** Dalm.	
expansus Linn.	US.
tyrannus Murch.	US.
raniceps Dalm.	US,
platycephalus Stokes.	US.
acuminatus Ang.	US.
obscurus Nieszk.	US.
4. **Proëtus** Steininger.	
concinnus Dalm.	OS.
latifrons M'Coy.	OS.
pulcher Nieszk.	OS.
ramisulcatus Nieszk.	US.
5. **Cyphaspis** Burm.	
megalops M'Coy.	US.
6. **Lichas** Dalm.	
margaritifer Nieszk.	US.
deflexa Ang.	OS.
Eichwaldi Nieszk.	US.
verrucosa Eichw.	US.
ornata Ang.	OS.
darlecarlica Ang.	US.
laticeps Ang.	US.
platyura Nieszk.	US.
spec.	US.

B. Die Pleuren glatt.

Gattungen und Arten.	Geogn. Horizont.
7. **Illaenus** Dalm.	
Schmidti Nieszk.	US.
centrotus Dalm.	US.
crassicauda Whlbg.	US.
barriensis Murch.	OS.
8. **Bronteus** Goldfs.	
signatus Phill.	OS.
9. **Cheirurus** Beyr.	
spinulosus Nieszk.	US.
exul Beyr.	US.
octolobatus? M'Coy.	US.
10. **Sphaerexochus** Beyr.	
mirus Beyr.	US.
deflexus? Ang.	US.
conformis Ang.	US.
cephaloceras Nieszk.	US.
minutus Nieszk.	US.
hexadactylus Nieszk.	US.
11. **Encrinurus** Emmr.	
punctatus Brünn.	OS.
multisegmentatus Portl.	US.
sexcostatus Salt.	US.
12. **Zethus** Pand.	
bellatulus Dalm.	US.
rex Nieszk.	US.
atractopyge M'Coy.	US.
brevicauda Ang.	US.
13. **Amphion** Pand.	
Fischeri Eichw.	US.
actinurus Dalm.	US.

Die Pleuren unbekannt.

14. **Platymetopus** Ang.
illaenoides Nieszk. US.

A. Gattungen mit gefurchten Pleuren.

1. Gatt. *Phacops* Emmr.

Phacops et *Dalmania* Emmr. *Phacops* et *Dalmanites* Barr.

Der Kopfschild, je nach der Art, entweder halbzirkelförmig oder parabolisch, oder endlich halbmondförmig, mit breiten, stumpf abgerundeten (*Ph. Downingiae* u. a.), oder mit mehr oder minder zu langen spitzen Hörnern ausgezogenen Hinterecken (*Ph. conophthalmus, caudatus* u. a.). Der breite, verdickte, aufgeworfene Randsaum wird durch eine tiefe, breite Randfurche vom übrigen Kopfe getrennt; diese letztere fliesst mit der ebenfalls breiten Occipitalfurche in den Hinterecken unter einem Bogen, wenn die letztern abgerundet, oder unter einem Winkel, wenn sie verlängert sind, zusammen.

Die Gesichtsnähte beginnen am Aussenrande des Kopfschildes, oberhalb der Hinterecken, laufen in leichter, S-förmiger Biegung zu den Augen und von da, der Glabella fast parallel nach vorn, wo sie sich vor der Stirn desselben zu einem Bogen vereinigen. Die Dorsalfurchen laufen von der Nackenfurche divergirend nach vorn und begrenzen eine stark gewölbte, kolbenförmige Glabella. Sie ist entweder einfach (*Ph. Stokesi*) oder, was viel häufiger vorkommt, durch drei deutliche Seitenfurchen gelappt; in diesem letztern Falle ist der vordere Lobus gewöhnlich der grösste, abgerundet, trapezoidförmig, stark aufgebläht, bis zum Vorderrande des Kopfschildes reichend; die folgenden Lobi sind successiv kleiner und schmäler.

Der **Nackenring** zeichnet sich durch seine bedeutende Grösse und Wölbung aus.

Die fast in der Mitte der Wange stehenden **Augen** sind auffallend gross, sehr stark hervorragend, stumpfkegelförmig, mit grossen, zahlreichen polygonal gruppirten Facetten auf der Cornea.

Der **Rumpf** besteht ohne Ausnahme aus elf Segmenten. Die Rhachis etwas schmäler als die Pleuren, gewölbt, allmälig an Breite abnehmend; die einzelnen Ringe deutlich von einander getrennt. Die Pleuren mässig breit, ihrer Länge nach von einer Furche durchzogen; ihre äusseren Enden bald abgerundet, bald zugespitzt.

Der **Schwanzschild** theils stumpf, theils spitz, bald von parabolischer, bald von fast dreieckiger Form, selten gesäumt. Seine Rhachis deutlich, meist stumpconisch, vielgliederig. Die Pleuren gefurcht; ihre äusseren Enden bald stumpf, bald in stachelartige Zacken auslaufend.

Die obere Schale grösstentheils granulirt.

Uebersicht der Arten.

A. Die Hinterecken stumpf abgerundet.	Glabella ungelappt	*Phacops Stokesi.*
	Glabella durch drei Seitenfurchen gelappt.	Die Oberfläche glatt, *Ph. Downingiae.*
		Die Oberfläche granulirt, *Ph. dubius.*
B. Die Hinterecken zu langen Hörnern ausgezogen.	Schwanzschild stumpf ausgeschweift.	Schwanzschild 9—10-gliedrig, *Ph. conophthalmus.*
		Schwanzschild 18-gliedrig, *Ph. truncato-caudatus.*
	Schwanzschild in eine Spitze auslaufend.	*Ph. caudatus.*

1. *Phacops Stokesi* Milne-Ewards.

1822. *Calymene macrophthalma* Brogniart, Crust. foss. pl. I. fig. 5.
1837. — — Murch. Sil. Syst. pl. XIV. fig. 2.
1840. *Phacops Stokesi* Milne-Edw. Crust. Vol. III. p. 324.
1848. — — Phillips, Mem. of the geolog. Surv. Vol. III. Part. I. p. 335. pl. V. fig. 1.
1854. — — Murch. Silur. Pl. XVIII. fig. 6.

Diagnose. Kopfschild halbzirkelförmig, mit stumpfen Hinterecken; Glabella nach vorn breiter, convex, gegen die Basis verengt, nicht gelappt; neben den beiden Enden des Nackenringes steht ein rundes, erhabenes Höckerchen. Rumpf 11-gliedrig; Schwanzschild halbkreisförmig, aus vier Segmenten bestehend, mit Pleuren versehen.

Beschreibung. Die Kopfschilder dieser Art sind mehr als zweimal so breit als lang, mit ziemlich breiten, stumpfen, gerundeten Hinterecken. Die breite, gewölbte, sehr fein granulirte, gegen die Basis verengte Glabella zeichnet sich durch den Mangel der vordern und mittlern Seitenfurchen aus; die hintere Seitenfurche, welche einen kleinen, schmalen Lobus abschneidet, ist schwach und kurz.

Die Nackenfurche ist gewöhnlich breit und in ihr, den beiden Enden des gewölbten Nackenringes entsprechend, erhebt sich ein deutlicher Turberkel. Die Wangenschilder sind gewölbt und auf der Grenze zwischen ihnen und den leicht nach abwärts gerichteten Randschildern stehen die hohen, kegelförmigen, facettirten Augen.

Der Rumpf (nach Phillips) 11-gliedrig; seine Rhachis fast cylindrisch, die Pleuren gefurcht.

Der Schwanzschild breit, halbzirkelförmig, 4-gliedrig.

Fundort: Wahhoküll, unweit Piep, im Marien-Magdalenen-Kirchspiel Ehstlands (a. d. Samml. der Hrn. Stud. Czekanowski und Dr. Schrenk).

2. *Phacops Downingiae* Murch. sp.

1822. *Calymene macrophthalma* Brogn., Crust. foss. pl. I. fig. 4. A.B.
1839. — *Downingiae* Murch., Sil. Syst. pl. XIV. fig. 3.
1840. *Phacops sclerops?* L. v. Buch, Beitr. p. 48.
1840. *Calymene Downingiae* Eichw., Sil. Syst. p. 64 ?
1840. — — Milne-Edw., Crust. Vol. III. p. 324.
1843. *Acaste Downingiae* Gldfs., Syst. Uebers. d. Trilobiten, in Leonh. u. Bronn's neuem Jahrb. für Miner. p. 563.
1843. *Phacops macrophthalmus* Burm., Org. d. Trilob. S. 139. 140?
1845. — *Downingiae* Emmr., in Leonh. u. Bronn's neuem Jahrb. für Miner. p. 40.
1848. — — Phillips and Salter, Mem. of Geol. Surv. (June). Vol. II. pl. I. p. 239. pl. V. fig. 2, 3, 4.
1853. — — Salt., Mem. of Geol. Surv. Decade VII. pl. I.

Diagnose. Kopfschild zweimal so breit wie lang; der Stirnrand etwas nach vorn vorgezogen; die nach vorn dilatirte Glabella durch drei Seitenfurchen gelappt; der Nackenring gewölbt; die Augen gross, hoch; der Rumpf 11-gliedrig; der Schwanzschild stumpf dreieckig, seine Achse 8-gliedrig; die Zahl der Pleuren fünf.

Beschreibung. Ich kenne von dieser Art nur Kopfschilder.

Der Kopfschild zweimal so breit wie lang, mit einem verdickten Randsaume und stumpfen, abgerundeten Hinterecken. Die Glabella durch die Fortsetzung der Dorsalfurche deutlich von dem Kopfschilde abgesetzt, gewölbt, breiter nach vorn, kolbenförmig, durch drei tiefe Seitenfurchen in vier ungleiche Lappen getheilt; der erste und zugleich der grösste Stirnlobus nimmt fast die Hälfte der Länge der Glabella ein; er ist gewölbt, drängt den Randsaum stark nach vorn, wodurch der kreisförmige Umriss des Kopfschildes beeinträchtigt wird; der zweite, unvergleichbar kleinere Lappen

ist unregelmässig dreieckig; der dritte kleiner als der zweite und der letzte fast lineär. Die Gesichtsnähte beginnen, wie bei andern *Phacops*-Arten, an den äussern Rändern und stossen vor der Galbella zu einem Bogen zusammen. Die Augen gross, hoch, kegelförmig, reichen von der ersten bis zur dritten Seitenfurche hin; ihr Sehfeld zeigt deutliche Facettirung. Die Wangenschilder kleiner, schmäler als die nach abwärts geneigten Randschilder. Das Hypostoma oval, mit jederseits horizontal stehenden spitzen Fortsätzen.

Der Rumpf (nach Salter) viel länger als das Kopfschild; die Rhachis mässig gewölbt; die Breite der einzelnen Ringe ist der der ihnen entsprechenden Pleuren gleich; diese letztern ihrer Länge nach gefurcht.

Der Schwanzschild dreieckig, abgerundet, mit einer conischen Achse, die aus fünf deutlichen und drei untereinander verschmolzenen Ringen besteht; die Seitenlappen bestehen aus fünf bis sechs der Länge nach gefurchten, leicht nach hinten gerichteten Pleuren.

Fundort: Ohesaare-Pank bei Jamma-Kirche, auf der Halbinsel Sworbe (a. d. Samml. des Hrn. Mag. Schmidt).

Anmerkung. Brongniart (a. a. O.) hat unter dem Namen *Cal. macrophthalma* zwei verschiedene Arten, nämlich den oben beschriebenen *Ph. Stokesi* und den *Ph. Downingiae* beschrieben und abgebildet. Die spätern Paläontologen haben noch sehr lange diesen Fehler gelten lassen, bis Murchison, bei seiner Untersuchung der englischen Trilobiten, mit Recht die beiden Arten trennte und das in der Fig. 4 von Brongniart abgebildete Stück mit dem Namen *Cal. Downingiae* belegte. L. v. Buch (a. a. O.) will jedoch später die von Murchison aufgestellte Art mit der *Cal. (Phac.) sclerops* Dalm. identisch haben und führt sie, bei der Beschreibung seines vermeintlichen *Phac. sclerops*, als synonym an. Eichwald (a. a. O.) erwähnt diese Art als eine der in Ehstland vorkommenden.

3. *Phacops dubius* m. Taf. I. Fig. 1, 2.

Diagnose. Kopfschild parabolisch, mit abgerundeten Hinterecken; Glabella vorn zweimal zo breit wie an der Basis, durch drei Seitenfurchen gelappt. Der Nackenring breit, gewölbt; Rumpf ......? Schwanzschild parabolisch; seine Rhachis aus fünf Segmenten, seine Seitenlappen aus fünf gefurchten Pleuren bestehend.

Beschreibung. Der Kopfschild zweimal so breit wie lang, stark gewölbt, parabolisch, mit breiten, abgerundeten Hinterecken. Der schmale, aber verdickte Randsaum ist von den übrigen Kopftheilen durch eine ziemlich tiefe Randfurche getrennt, welche in den Hinterecken mit der breiten und tiefen Occipitalfurche zusammenfliesst. Die Glabella nach vorn sehr dilatirt, stark convex, gegen die Nackenfurche aber um die Hälfte verschmälert, jederseits durch drei Seitenfurchen gelappt. Der Stirnlappen ist, wie gewöhnlich, der grösste, nach vorn zugespitzt; der zweite, zwischen der ersten und zweiten Seitenfurche eingeschlossene Stirnlappen derieckig; der dritte ist der kleinste, und der vierte, grösser als der vorhergehende, von der Gestalt des Nackenringes. Die Gesichtsnähte verlaufen wie bei andern *Phacops*-Arten. Die Augen gross, kegelförmig; ihre Cornea facettirt. Die Wangenschilder stark für sich gewölbt. Die Randschilder sanft nach aussen und abwärts abfallend.

Der Rumpf? .....

Die Schwanzschilder, welche mit den oben beschriebenen Kopfschildern zusammen angetroffen werden und, aller Wahrscheinlichkeit nach, derselben Art angehören, sind parabolisch, schwach gesäumt, mit gewölbter, 5-gliedriger Rhachis und fünf gefurchten, nach aussen und hinten

gerichteten Pleuren; ihre Oberfläche ist wie die des Kopfschildes zierlich granulirt.

Fundort: Wannamois bei Tolks, in Ehstland (a. d. Samml. der Hrn. Mag. Schmidt und Stud. Czekanowski).

Anmerkung. Diese Art erinnert einigermassen an eine englische, *Phac. alifrons* Salt. (in Appendix to Sedgwick's Brit. Pal. Foss. T. I. G. fig. 12—14), unterscheidet sich von derselben aber 1) durch den nach vorn zugespitzten Stirnlobus, der bei *Phac. alifrons* abgestutzt ist (truncatus); 2) durch die hinteren dem Nackenringe ähnlichen Lappen, die bei der letztern Art fast rund sind.

Auch die rohe Abbildung einer *Phacops*-Art, die Pander mit dem confusen Namen *Calymene macrophthalma* Brngn. belegt, zeigt eine grosse Aehnlichkeit mit der unsrigen; ob sie aber identisch sein sollte, wage ich, wenigstens in diesem Augenblicke, nicht auszusprechen.

4. *Phacops conophthalmus* Boeck sp.

1838. *Trilobites conophthalmus* Boeck, Gaea Norweg. p. 154.
1839. *Phacops conophthalmus* Emmr., de Trilob. diss. p. 21, n. 7.
1839. *Calymene* ..... ? His., Leth. suec. Suppl. II. contin. Tb. XI. fig. 1.
1840. *Calymene Odini* Eichw., Sil. Syst. p. 62.
1842. — — Eichw., Urw. Russl. Hft. II. p. 67.
1843. *Phacops conophthalmus* Burm., Org. d. Trilob. T. IV. fig. 5, 6 ? (mala).
1845. *Calymene Odini* Murch. Vern. Keys., Russ. and the Ural. Vol. II. pl. 27. fig. 8.
1846. *Phacops Odini* Keys., Reise in d. Petschoraland p. 290.
1852. *Chasmops Odini* M'Coy, Desc. of the Brit. palaeoz. foss. pl. I. G. fig. 22.
1852. *Phacops conophthalmus* Ang., Pal. Scand. Tab. VII. fig. 5, 6.
1853. — — Salt., Mem. geol. surv. Dec. VII. p. 2.

Diagnose. Kopfschild halbkreisförmig, mit lang ausgezogenen, bis zur achten Rumpfrippe reichenden Hinterecken; Glabella jederseits durch drei Seitenfurchen gelappt; der dritte Lobus kaum bemerkbar; Augen überaus gross; Rumpf

11-gliedrig; Schwanzschild ebenfalls aus elf Ringen bestehend, mit Pleuren versehen, am Ende etwas ausgeschweift.

Beschreibung. Der Kopfschild halbkreisförmig, mit zu langen Hörnern ausgezogenen Hinterecken, die, parallel der Körperachse verlaufend, bis zur achten Rumpfrippe reichen. Der den Kopfschild umgebende Randsaum ist breit, wulstig aufgeworfen, von dem Kopfe durch eine tiefe Randfurche getrennt, die mit gleich breiter Occipitalfurche in den Hinterecken zusammenfliesst. Die durch die Dorsalfurchen scharf begrenzte Glabella stark gewölbt, vorn zweimal so breit wie hinten und durch drei seitliche Eindrücke in vier sehr ungleiche Lappen getheilt; der vorderste ist der grösste und fast zweimal so breit wie alle übrigen, sehr gewölbt, von der Gestalt einer quer gelegenen Ellipse; der zweite Lappen ist entschieden dreieckig, mit dem erstern und der Achse der Glabella vermittelst einer seiner Ecken verbunden. In dem Zwischenraume zwischen dem zweiten und vierten Lappen sieht man einen sehr feinen, kurz verlaufenden Eindruck, der einen dritten Lobus abschneidet, welcher aber nur bei gut erhaltenen Exemplaren sich bemerken lässt. Dann folgt der vierte Lappen, breiter als der vorige; an der Achse der Glabella schwillt er zu einem bedeutenden Wulste. Die Augen liegen mehr gegen den hintern Rand, in einer Linie mit dem zweiten Lappen der Glabella; sie sind gross, hoch, von der Gestalt eines abgestumpften Kegels; ihre Höhe erreicht die der Glabella; die Facetten sind schon mit unbewaffnetem Auge zu erkennen. An der innern Seite eines jeden Auges kommt eine bedeutende, dreieckige, fein granulirte Augendeckplatte zu liegen, deren äusserer Rand in eine Spitze ausläuft und sich an das Auge legt. An der

Basis des Augenliedes befindet sich eine Furche. Die Wangenschilder dreieckig, convex, granulirt. Die Randschilder schmal, nach unten steil abfallend.

Der Rumpf 11-gliedrig; die Rhachis stark gewölbt, gegen die Mitte etwas breiter, die einzelnen Ringe durch tiefe Furchen von einander getrennt, an beiden Enden verdickt. Die Pleuren breiter als die Ringe der Rhachis, jede durch eine Längsfurche scheinbar in zwei Hälften getheilt, die obere dem Ringe selbst, die untere dem Intervall zwischen je zwei Achsengliedern entsprechend, so dass man sie Zwischenpleure nennen könnte. Weiter nach aussen verschmelzen die beiden Hälften zu einem Stück, fallen an den Seiten steil ab und biegen sich etwas nach vorn.

Der Schwanzschild ist schmäler und kürzer als der Kopfschild, am Ende etwas ausgebuchtet. Die Rhachis 11-gliedrig; nur sechs Glieder bilden vollständige Ringe, denen des Rumpfes ähnlich; die folgenden fünf sind so innig unter einander verschmolzen, dass die Articulationsnähte nur als Einkerbungen erkennbar sind. Das Endglied ist klein, halb oval. Die Zahl der Pleuren des Pygidiums ist neun, sie sind ebenfalls gefurcht, doch nicht wie die des Rumpfes getheilt, und successiv mehr nach hinten und unten gekrümmt.

Fundorte: Jewe, Maidel (im Kirchsp. Luggenhusen), Wannamois (im Brandschiefer), Wesenberg, Poststation Loop in Ehstland, Reval, Insel Odinsholm, Neuenhof im Kirchsp. Kosch und Neuenhof bei Hapsal, Pühhalep-Pastorat auf Dagö (als Geschiebe), Pallokülla-Krug auf Dagö, Hohenholm an der NW-Küste der Insel Dagö, Rootsi auf Dagö (Geschiebe), Keinis auf Dagö (Geschiebe).

Anmerkung. Diese zuerst von Boeck als *Trilobites conophthalmus* aufgestellte und darauf von Hisinger ohne Namen

abgebildete Art wurde später als *Calymene Odini*, aus den silurischen Schichten Ehstlands, von Eichwald nach Bruchstücken mangelhaft beschrieben. Im grossen Werke von Murchison, Verneuil und Keyserling finden wir wieder eine Beschreibung und Abbildung von *Cal. Odini*, leider aber nicht weniger unvollständig als alle frühern, so dass wir uns kaum ein richtiges Bild von dem Thiere machen können; die Augen sind abgebrochen, die charkteristischen, sehr langen Hinterecken des Kopfschildes und der ganze Schwanzschild fehlen ebenfalls. Dazu scheint es, dass die Verfasser nur ein abgeschältes Stück zur Untersuchung hatten, da die Höcker, die an beiden Seiten längs der Achse stehen und welche sie für ein charakteristisches Merkmal halten, nichts Anderes als die verdickten Enden der Ringe sind, die bei der Zusammenkugelung oder Zerstörung der äussern Schale hervortreten; sonst, bei gut erhaltenen Stücken, existiren sie durchaus nicht. Auch bei der Beschreibung der Glabella haben die sämmtlichen Autoren den dritten Lappen übersehen; bei meinen Untersuchungen mehrerer Exemplare habe ich ihn immer gefunden. Die Abbildung von Burmeister ist nur eine Copie des von Schlotheim abgebildeten Kopfschildes, wo die Glabella und die Hinterecken falsch gezeichnet sind. Die Abbildung von M'Coy (a. a. O.) stellt ein Kopfschild dar, dessen Glabella wol an den *Phac. conophthalmus* erinnert; die Hinterecken sind jedoch breit gerundet, während sie beim letztern in lange Hörner auslaufen. Die mit dem Namen *Phac. bucculenta* und *Phac. macroura* Sjögren [1]) belegten Handstücke, welche sich durch die Zahl der Ringe in der Rhachis des Schwanzschildes von *Phac. conophthalmus* unterscheiden sollen, möchten kaum zwei selbstständige Arten darstellen und scheinen vielmehr, wie schon Salter bemerkte, nur Varietäten von *Phac. conophthalmus* zu sein.

5. *Phacops truncato-caudatus* Portl.

1843. *Phacops truncato-caudatus* Portlock, Report of the Geology of Londonderry p. 281. tab. II. fig. 1. a. 2, 3, 4.

1851. *Odontochile truncato-caudata* M'Coy, Descr. of the pal. foss. pl. I. G. fig. 20.

1853. *Phacops truncato-caudatus* Salt., Mem. of the Geolog. Surv. Dec. II. p. 7.

---

1) Angelin, Paleont. Suec. p. 9. tab. III. fig. 1, 2. et 3, 4.

Diagnose. Kopfschild halbzirkelförmig, abgestutzt, mit verlängerten Hinterecken; Glabella gelappt; Augen gross; Rumpf 11-gliedrig; Pleuren stumpf, gefurcht; Schwanzschild trapezförmig, mit schmaler, 18-gliedriger Rhachis, 14 bis 16 Pleuren und schmal gerandetem, ausgeschweiftem hinterem Ende.

Beschreibung. Von dieser Art sind bei uns nur zahlreiche Schwanzschilder bekannt; sie sind lang, aber verhältnissmässig schmäler als bei andern Arten; ihre dreieckige Form wird durch die starke Abstumpfung in die eines Trapezes verwandelt. Die Rhachis schmal, aus 15 bis 18 Ringen bestehend, nicht bis zur Spitze des Schwanzschildes reichend; die 14 bis 16 Pleuren gefurcht, leicht nach hinten gebogen; die Endspitze stumpf, schmal gesäumt, etwas ausgebuchtet.

Fundort: Wesenberg (a. d. Samml. der Hrn. Mag. Schmidt und Stud. Czekanowski).

6. *Phacops caudatus* Brünn. sp.

1781. *Trilobus caudatus* Brünnich, Kjöbenh. Sellsk. Skrifter, Nye Samml. Vol. I. p. 392.
1822. *Asaphus caudatus* Brongn., Crust. foss. Tab. II. fig. 4. (non Tab. III. fig. 9.)
1823. *Trilobites caudatus* Schloth., Nachträge p. 35. n. 11.
1826. *Asaphus caudatus* Dalm., Palead. Tab. II. fig. 4.
1837. — — Murch., Sil. Syst. Pl. VII. fig. 8. a.
1837. *Asaphus tuberculato-caudatus* ibid. Pl. VII. fig. 8. b.
1840. *Asaphus caudatus et tuberculato-caudatus* Milne-Edw., Crust. Vol. III. p. 308.
1843. *Phacops caudatus* Burm., Organ. d. Trilob. Tab. IV. fig. 9.
1849. — — Salter, Mem. of the Geolog. Surv. Dec. II. pl. 1.
1852. *Phacops caudata* Ang., Pal. Scand. Fasc. I. p. 10. tab. VIII. fig. 2. a, b, c.

1854. *Phacops caudatus* Murch., Siluria. Pl. XVII. fig. 2 et Pl. XVIII. fig. 1.

Diagnose. Kopfschild parabolisch nach vorn zugespitzt; die Hinterecken bis zur sechsten Rumpfpleure verlängert; die Glabella kolbenförmig, gelappt; der vordere Lobus in die Quere gezogen; die Augen hoch, konisch; der Rumpf 11-gliedrig; das Schwanzschild mit einem Saume umgeben, in eine Spitze auslaufend; die Rhachis 11- bis 12-gliedrig, reicht nicht bis zu seinem Ende hin; die Zahl der Pleuren 7 bis 9.

Beschreibung. Von dieser Art sind bei uns nur Kopf- und Schwanzschilder bekannt.

Der Kopfschild ist parabolisch nach vorn zugespitzt, seine Hinterecken laufen in lange, bis zur sechsten Rumpfpleure reichende Hörner aus. Die breite, kolbenförmige, zierlich granulirte Glabella zeichnet sich durch den ersten grossen, in die Quere gezogenen Lobus aus; die folgenden Lappen gleichen einander in der Grösse. Die grossen, konischen, facettirten Augen stehen in der Breite des zweiten und vierten Lappens. Der Nackenring stark convex.

Der Rumpf (nach Salter) besteht aus 11 Ringen; seine Rhachis pflegt gegen die Mitte des Körpers breiter zu werden und nimmt gegen den Schwanzschild hin allmälig an Breite ab. Auf den einzelnen Segmenten sieht man Tuberkeln sich erheben. Die gefurchten Pleuren sind stark nach hinten gekrümmt.

Der Schwanzschild, von welchem ich mehrere Exemplare selbst untersucht habe, ist dreieckig, spitz endigend und mit einem flachen, glatten Rande umgeben. Die Rhachis konisch, sogar cylindrisch, 12-gliedrig, mit stumpfem, nicht bis zur Spitze des Schwanzschildes reichendem Ende. Die Pleuren 7 bis 9 an der Zahl.

Fundorte: Paggar im Kirchspiel Jewe, Wesenberg (a. der Samml. der Hrn. Mag. Schmidt und Stud. Czekanowski); Keinis-Kirche auf Dagö (als Geschiebe), Ohesaare-Pank bei Jamma-Kirche auf Oesel (aus der Samml. des Hrn. Dr. Schrenk).

Anmerkung. Diese Art soll in England (nach Salter) sowol in ober- als auch in untersilurischen Schichten vorkommen; in Skandinavien wird sie nur als obersilurisch (nach Angelin) angegeben; bei uns wiederum ist sie, wie aus den angeführten Fundörtern hervorgeht, in beiden Formationen vertreten. Es lässt sich indessen schwer glauben, dass eine und dieselbe Art in so verschiedenen Etagen vorkäme, und möchte daher als wahrscheinlich anzunehmen sein, dass ungenügendes Material allein es zur Zeit noch unmöglich mache, die von verschiedenen Lokalitäten herstammenden Stücke als verschiedenen Arten angehörend von einander zu sondern.

2. Gatt. *Calymene* Brongn.

Der Kopfschild halbzirkelförmig, mit stumpfen, abgerundeten Hintereken; dem aufgeworfenen Randsaum parallel verläuft eine tiefe und breite Randfurche, welche mit der Occipitalfurche in den Hinterecken zusammenfliesst.

Die Gesichtsnähte entspringen in den Hinterecken, laufen zu den Augen und, nachdem sie die Augendeckplatte umschrieben haben, einander parallel an beiden Seiten der Glabella, zum Vorderrande des Kopfschildes, wo sie mittelst einer Schnauzennaht mit einander verbunden werden. Die stets nach vorn verschmälerte Glabella ist konisch, gewölbt, jederseits durch drei Seitenfurchen gelappt. Die Grösse der einzelnen Lobi ist verschieden; der hinterste pflegt immer der grösste zu sein.

Die Augen, noch nicht genau untersucht, klein, gewöhnlich zerstört (oculum hians), vermuthlich facettirt.

Die Wangenschilder convex, die Randschilder dreieckig, stark nach abwärts geneigt.

Der Rumpf besteht bei allen bis jetzt bekannten Arten aus 13 Segmenten. Die gewölbte, durch die Dorsalfurchen scharf begrenzte Rhachis verschmälert sich allmälig nach hinten. Die an den Aussenrändern stark gekrümmten und abgerundeten Pleuren sind von einer kurzen, diagonal verlaufenden Furche durchzogen.

Der Schwanzschild gewölbt, mehr oder minder abgerundet, mit konischer, nach hinten schnell an Breite abnehmender Achse, deren einzelne Glieder von einander getrennt sind. Die Pleuren von der Beschaffenheit der Rumpfpleuren. Die Oberfläche des Körpers meist granulirt.

1. *Calymene Blumenbachi* Brongn.

1759. *Entomolithus Nr. 3.* Linn., Act. Holm. 22. Tab. I. fig. 3.
1781. *Trilobus tuberculatus* Brünn., Nye Samml. I. 389.
1810. *Entomolithus paradoxus* Blumenb., Abbild. naturhist. Gegenst. I. Taf. 50.
1820. *Trilobites paradoxus* Schloth., Petref. I. 38. III. 33.
1821. *Entomostracites tuberculatus* Wahlenb., Nov. Act. Ups. VIII. 31.
1822. *Calymene Blumenbachi* Brongn., Crust. foss. pl. I. fig. 1. A—C.
1822. — — Schloth., Nachtr. II. p. 13 et 33. 1.
1826. — — Dalm., Palead. 35. Tab. I. fig. 2. 3. a—c.
1835. — — Bronn., Leth. I. 110, 99. Tab. IX. fig. 3.
1837. — — His., Leth. suec. 10. Tab. I. fig. 3. 4.
1839. — — Murch., Silur. Syst. II. 653. pl. VII. fig. 5—7.
1839. — — Emmr., De Trilob. dissert. p. 39.
1840. — — L. v. Buch, Beiträge p. 47.
1840. — — Milne-Edw., Crust. Vol. III. 318.
1843. — — Gldfs., Neues Jahrb. Heft V. p. 558.
1843. — — Burm., Organ. d. Trilob. p. 96. Taf. II. fig. 1—3.
1845. — — Emmr., Neues Jahrb. Heft I. p. 43.
1846. — — Geinitz, Grundr. d. Verstein. p. 224.

1846. *Calymene Blumenbachi* Pictet., Traité élem. de Pal. IV. p. 73.
1847. — — J. Hall., Pal. of New-York. Vol. II. p. 238.
1852. — — Barr., Syst. silur. p. 566. pl. XIX. 43.
1854. *Calymene tuberculata* Ang., Pal. Scand. Fasc. II. Tab. XIX. fig. 5. a—d.

Diagnose. Kopfschild halbkreisförmig, mit abgerundeten Hinterecken; Glabella nach vorn verschmälert, durch drei Seitenfurchen gelappt; Augen klaffend; Rumpf 13-gliedrig; Pleuren gefurcht; die Rhachis des Pygidiums gegliedert.

Beschreibung. Der Kopfschild halbmondförmig, mit abgerundeten Hinterecken; der Randsaum dick aufgeworfen; die tiefe, breite Randfurche stösst grade in den Hinterecken mit der Nackenfurche zusammen. Die Glabella nach vorn verjüngter, 4-lappig; der erste Lobus der breiteste, nach vorn abgerundet, gewölbt; der zweite dagegen der kleinste von allen; der dritte etwas grösser und der letzte birnförmig, durch eine Art von Stiel mit dem Mittelkörper der Glabella verbunden, übertrifft an Grösse bedeutend die zwei letztern. Die Gesichtsnaht entspringt in der Hinterecke, läuft grade zum Auge, dann über dasselbe hinüber und parallel der Glabella zum vordern Rande, wo sie mit der der andern Seite durch eine Schnauzennaht verbunden wird. Die Augen sind, so viel ich weiss, noch von Niemand in unverletztem Zustande beobachtet worden, sondern stets zerstört, klaffend; so viel jedoch aus den übrig gebliebenen Höckern sich schliessen lässt, sind sie mässig gewölbt gewesen [1]). Die Wangenschilder sind, wegen des Verlaufs der Gesichtsnähte,

1) Ich habe Gelegenheit gehabt, an einem Exemplare aus dem grauen Dolomit von St. Johannis auf Oesel, ein ziemlich gut erhaltenes Auge zu beobachten; es war, im Verhältniss zum Thiere selbst, unbedeutend, höckerförmig, weder kegel- noch kolbenförmig (also verschieden von den Augen des *Phacops* und des *Encrinurus*).

breiter als die dreieckigen, stark abwärts abfallenden Randschilder. Der Nackenring breit, hoch, sogar fast mehr gewölbt als die Glabella.

Der Rumpf 13-gliedrig; die Rhachis sehr convex, die einzelnen Ringe durch breite Furchen von einander geschieden, von vorn nach hinten successiv schmäler und kürzer. Die Pleuren sind von der Achse durch tiefe Dorsalfurchen getrennt, stark in diagonaler Richtung gefurcht und an den äussern Enden schwach zugespitzt, abwärts abfallend und sanft nach hinten gekrümmt.

Der Schwanzschild fast dreieckig; die convexe Rhachis hat 6, 7 bis 8 Ringe und eben so viel Pleuren. Die Achse hat endlich ein abgerundetes Endglied, das aber nicht über die letzte Pleure hinausragt. Die Pleuren des Schwanzschildes unterscheiden sich von denen des Rumpfes dadurch, dass sie sich nicht, wie jene, an den äussern Enden zuspitzen, sondern im Gegentheil stark ausbreiten, wodurch die dreieckige Form des Schwanzschildes beeinträchtigt wird.

Die Länge 1½—2″.

Fundorte: St. Johannis-Kirche, Lode unweit Arensburg und Ficht, auf Oesel; Kerkau in NW-Livland (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk).

Anmerkung 1. Die Handstücke von Ficht und Kerkau zeichnen sich durch ihre bedeutende Grösse, durch relativ breitere Schwanzschilder und grössere Zahl der Segmente in der Rhachis aus; leider ist die Zahl und Vollständigkeit der Exemplare noch nicht hinreichend, um die specifischen Unterschiede, wenn solche überhaupt vorkommen, hinlänglich zur Anschauung zu bringen.

Anmerkung 2. Die Gattung *Calymene* war früher so zu sagen ein Sammelplatz aller aus den andern Gattungen verwiesenen Arten und aller unvollständigen Exemplare. Nachdem aber die Gattung *Phacops* getrennt, die von Pander aufgestellten Gattungen *Amphion* und *Zethus* in ihre Rechte eingesetzt, mehrere Arten andern

Gattungen zugewiesen wurden, hat sich die Zahl der Species sehr verringert und ist jetzt nur auf wenige beschränkt. In den silurischen Schichten der Ostseeprovinzen finden sich nur die oben beschriebene *Cal. Blumenbachi*, welche eine sehr grosse geographische Verbreitung hat, und die unten angeführte untersilurische *Cal. brevicapitata.* Die in Russland angegebene *Cal. Tristani* Brongn. ist *Zethus verrucosus* Pand., der von Burmeister für identisch mit jener *Calymene* erklärt wurde. Auf diesem Verkennen der Pander'schen Gattung beruht der von L. v. Buch begangene Fehler, indem er die *Cal. Blumenbachi* aus den untersilurischen Schichten von St. Petersburg beschreibt; es steht nämlich fest, dass die *Cal. Blumenbachi* für die obersilurische Formation leitend ist und nie in die untere hinabsteigt.

2. *Calymene brevicapitata* Portl.

1843. *Calmene brevicapitata* Portlock, Report of Geolog. Tab. III. fig. 1—3.

1848. — — Phill., Mem. of Geolog. Surv. of Great Brit. p. 341 pl. XI.

1851. — — M'Coy, Desc. of the Brit. foss. p. 165. pl. I. fig. 4. 5. 6.

Diagnose. Kopfschild halbmondförmig, mit stumpfen Hinterecken; der Randsaum scharf, am Vorderrande breit; Glabella durch drei Furchen gelappt, die vordere kaum bemerkbar, die mittlere und hintere nach innen und hinten verlaufend; Rumpf 13-gliedrig; Schwanzschild gegliedert, mit 5 bis 6 Pleuren.

Beschreibung. Der Kopfschild halbmondförmig, zweimal so breit wie lang, von einem erhabenen, scharfen, vorn sehr breiten Randsaume umgeben, hinter welchem eine sehr breite und bedeutend tiefe Randfurche verläuft. Die Glabella, wie bei andern *Calymene*-Arten, nach vorn verjüngt, durch drei Seitenfurchen gelappt, von welchen die vordere nur mittelst einer Loupe erkennbar ist, die mittlere und hintere nach innen und hinten tief in die Glabella eindringt

(bei *Cal. Blumenbachi* sind sie horizontal). Durch solchen Verlauf der Furchen verschwindet der vordere Lobus fast vollständig; der mittlere ist gewölbt, oval und nach hinten fast kugelförmig, nur mittelst eines Stiels mit dem Körper der Glabella verbunden. Die Augen und die Gesichtsnähte wie bei *Cal. Blumenbachi.*

Der Rumpf 13-gliedrig; seine Rhachis mässig gewölbt, gegen das hintere Ende allmälig verschmälert. Die Pleuren von der Breite der Rumpfringe, gefurcht.

Der Schwanzschild halb oval, seine Achse gegliedert, mit 5 bis 6 gefurchten Pleuren.

Die Länge 16‴.

Fundorte: Wesenberg, Wannamois (a. d. Samml. der Hrn. Mag. Schmidt und Stud. Czekanowski).

Anmerkung. Das von M'Coy (a. a. O. Fig. 8) abgebildete und als *Cal. Baylei?* Barr. bestimmte Kopfschild könnte vielleicht dieselbe Art darstellen; die böhmische *Cal. Baylei* aber, von welcher die Abbildungen zu jener Zeit dem Hrn. M'Coy noch unbekannt waren (Barrande, Silur. Syst. pl. XIX. fig. 28, pl. XLIII. fig. 49), weicht in der Bildung der Glabella und des Schwanzschildes von der englischen ab, wie ich mich davon durch Vergleichung der Zeichnungen sowol, wie auch einiger von Hrn. Barrande selbst bestimmter Originalexemplare überzeugt habe.

3. Gatt. *Asaphus* Dalm.

Megalaspis, *Asaphus* et *Ptychopyge* Ang.

Der Kopfschild mehr oder minder parabolisch, mit bald abgerundeten, bald zugespitzten, bald zu langen Hörnern ausgezogenen Hinterecken. Der Rand des Kopfschildes selten mit einem verdickten Randwulste umgeben, meist scharf; die Randfurche unbedeutend.

Die Gesichtsnähte entspringen am Occipitalrande, bald dem Nackenringe, bald den Hinterecken näher, laufen in einer S-förmigen Biegung zu den Augen und von da nach vorn vor die Glabella, wo sie bald zu einem dem Rande concentrischen Bogen, bald zu einem spitzen Winkel zusammenstossen. Die schwachen Dorsalfurchen umschreiben eine grosse, unregelmässig kolbenförmige Glabella; sie ist gewöhnlich einfach, nicht gelappt, nach vorn breiter, in der Höhe der Augen mehr oder minder eingeschnürt.

Die Wangenschilder klein, schmal; die Randschilder verhältnissmässig grösser, sanft nach aussen abfallend.

Die grossen, hohen, höckerförmigen Augen stehen gewöhnlich dicht neben der Glabella.

Der Rumpf besteht aus 8 Segmenten; die mässig gewölbte Rhachis ist von deutlichen Furchen begrenzt; die Pleuren breit, in diagonaler Richtung stark gefurcht, ihre äussern Enden stumpf.

Der Schwanzschild entspricht in seinem Umrisse dem Kopfschilde; selten ist sein Rand von einem Saume umgeben. Die Trilobation ist ebenfalls, je nach der Art, verschieden: bald sieht man die Rhachis deutlich ausgeprägt und gegliedert, die Seitenlappen gefurcht; bald nimmt man nur eine rudimentäre Achse mit glatten Seitenlappen wahr; bald endlich stellt der Schwanzschild eine convexe Platte, ohne alle Spur der Trilobation dar. Die Oberfläche des Körpers ist von feinen, wellenförmigen, horizontal verlaufenden Streifen gezeichnet.

Uebersicht der Arten.

A. Die Gesichtsnähte stossen vor der Glabella zu einem Bogen zusammen.	Die Hinterecken stumpf.	*As. expansus.*
	Die Hinterecken zugespitzt.	*As. tyrannus.*

B. Die Gesichtsnähte vereinigen sich vor der Glabella zu einem Winkel.	Die Hinterecken stumpf.	Die Rhachis des Schwanzschildes gegliedert.	*As. raniceps.*
		Die Rhachis des Schwanzschildes ungegliedert.	*As. platycephalus.*
	Die Hinterecken zugespitzt.	Die Rhachis des Schwanzschildes gegliedert.	*As. acuminatus.*
		Die Rhachis des Schwanzschildes ungegliedert.	*As. latisegmentatus.*

1. *Asaphus expansus* Linn. sp.

1759. *Entomolithus paradoxus* a. *expansus* Linn., Syst. nat. III. p. 160.

1820. *Trilobites cornigerus* Schloth., Petr. 38. 1. Nachtr. II. 16. 34.

1821. *Entomostracites expansus* Whlbrg., N. A. Upsal. VIII. 25. 1.

1822. *Asaphus cornigerus* Brongn., Crust. foss. pl. II. fig. 1. a, b. pl. IV. fig. 10.

1825. *Cryptonymus Lichtensteini* Eichw., Observ. geognost. zool. p. 47. § 63. Tab. II. fig. 3. a, b.

1825. — *Panderi* Eichw., ibid. p. 47. § 52. Tab. III. fig. 1. a, b.

1825. — *Schlotheimi* Eichw., ibid. p. 45. Tab. IV. fig. 2. a, b.

1828. *Asaphus expansus* Dalm., Palaead. p. 45. n. 6. Tb. III. fig. 3. a—d.

1830. — *cornigerus* Pand., Beitr. Tab. VI, VII, VIII.

1837. — *expansus* Bronn., Leth. geogn. I. 114. Tab. IX. fig. 7.

1837. — — Hising., Leth. suec. Tab. II. fig. 6.

1839. — — Emmr., de Trilob. diss. 30 p. n. 10.

1840. — — L. v. Buch, Beitr. p. 41.

1840. *Isoteles expansus* Milne-Edw., Crust. III. p. 304. n. 12.

1840. — *Lichtensteini* Milne-Edw., ibid. p. 303. n. 11.

1840. *Asaphus expansus* Eichw., Sil. Syst. in Ehstland, p. 75.

1843. — — Burm., Org. d. Trilob. Tab. V. fig. 1. a—c.

1854. — — Ang., Pal. Scand. Fasc. II. p. 62. Tab. XXVIII. fig. 1.

Diagnose. Kopfschild halbkreisförmig, die Hinterecken stumpf; die Augen hoch, höckerförmig; die Gesichtsnähte stossen vor der Glabella zu einem Bogen zusammen; Rumpf 8-gliedrig; Pleuren gefurcht; Schwanzschild mit undeutlich gegliederter Rhachis und schwachen Furchen auf den Seitenlappen.

Beschreibung. Der Kopfschild halbkreisförmig, zweimal so breit wie lang, mit scharfem vorderem Rande und stumpf abgerundeten Hinterecken. Die Glabella stark gewölbt, den Vorderrand des Kopfschildes fast berührend, eiförmig, mit ihrem breitern Ende nach vorn gerichtet; zwischen den Augen, gegen den Nackenring hin, verschmälert sie sich zu einer Art Stiel, in dessen Mitte sich ein kleiner, aber deutlicher Höcker befindet. Die Augen gross und hoch, über den ganzen Kopfschild emporgetrieben, vollkommen glatt. Die Gesichtsnaht entspringt in der Mitte des Occipitalrandes, biegt sich nach vorn und innen, säumt die Augendeckplatte, verläuft einige Linien entfernt an der Seite der Glabella und stösst am vordern Rande mit der der andern Seite zu einem Bogen zusammen. Die Wangenschilder stark gewölbt; die Randschilder abwärts abfallend.

Der Rumpf 8-gliedrig; seine Rhachis mässig gewölbt, die Ringe breit, glatt, fast einander gleich. Die Pleuren breiter als die Rhachis, in diagonaler Richtung gefurcht und etwas nach hinten gebogen.

Der Schwanzschild ist von der Grösse des Kopfschildes, zweimal so breit wie lang, ebenfalls halbkreisförmig, mit flacher, konischer, am hintern Ende abgestutzter Rhachis, welche aus 8 bis 9 undeutlichen Ringen besteht; auf den Seitenlappen bemerkt man schwache Streifen. Die ganze Oberfläche erscheint mit wellenförmigen, erhabenen Leistchen verziert.

Die Länge ist sehr verschieden; die grössten Stücke, die ich gesehen habe, massen bis 4″ in der Länge, 1—2″ in der Breite.

Fundorte: Reval, Odinsholm (a. d. Universitätsmuseum in Dorpat), Türssel, Jewe, Waiwara (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk).

2. *Asaphus tyrannus* Murch.

1837. *Asaphus tyrannus* Murch., Sil. Syst. pl. XXIV and XXV fig. 1.
1839. *Ogygia tyrannus* Emmr., de Trilob. dissert. p. 29.
1840. *Asaphus tyrannus* Milne-Edw., Crust. III. p. 310.
1845. — — Emmr., im neuen Jahrb. d. Min. Vol. IV.
1849. — — Salter, Mem. of Geolog. Surv. Dec. II. pl. V.
1854. — — Murch., Silur. Syst. pl. I. fig. 3, pl. II. fig. 1.

Diagnose. Kopfschild halbkreisförmig, mit kurz verlängerten Hinterecken; Rumpf 8-gliedrig; Schwanzschild parabolisch, breit gesäumt, regelmässig gewölbt, das hintere Ende abgerundet, die Achse deutlich abgesetzt, schmal, vielgliedrig, ihre Spitze abgestutzt, die Seitenlappen vielfach gerippt. (Salter.)

Beschreibung. Von dieser Art sind bis jetzt in den Ostseeprovinzen nur Schwanzschilder gefunden worden. Sie sind gross, parabolisch, convex, mit verhältnissmässig schmaler, konischer, deutlich gegliederter Rhachis. Die Seitenlappen zeichnen sich durch zahlreiche, radienförmig auseinanderlaufende Rippen aus. Die Oberfläche glatt.

Der Kopfschild (nach Salter) halbkreisförmig, mit zu kurzen Spitzen ausgezogenen Hinterecken; die Gesichtsnähte beginnen jederseits in der Mitte des Occipitalrandes, laufen zu den höckerförmigen, entfernt von einander stehen-

den Augen, und stossen vor der Glabella zu einem Bogen zusammen.

Der Rumpf 8-gliedrig; die Rhachis breit, wenig nach hinten verjüngt; die Pleuren stumpf, diagonal gefurcht.

Fundorte: Reval (a. d. Universitätsmuseum), Odinsholm (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk).

3. *Asaphus raniceps* Dalm. Burm.

1828. *Asaphus expansus* var. β. *raniceps* Dalm., Palaead. Tab. III. fig. 4.
1830. — — Pand., Beiträge. Tab. IV. C. fig. 3, Tab. IV. fig. 3—8, Tab. VIII. fig. 7.
1840. *Isoteles expansus* Milne-Edw., Crust. Vol. III. p. 304 n. 14.
1843. *Asaphus raniceps* Burm., Org. d. Trilob. p. 126.
1854. — — Ang., Palaeont. Scand. Fasc. II. Tab. XXVIII. fig. 2.

Diagnose. Kopfschild halbkreisförmig, mit stumpfen Hinterecken; die Gesichtsnähte stossen vor der Glabella zu einem Winkel zusammen; Schwanzschild halbkreisförmig, mit ungegliederter Achse und glatten Seitenlappen.

Beschreibung. Der Kopfschild und besonders die Glabella flacher als bei *As. expansus;* diese letztere von dem scharfkantigen Vorderrande des Kopfschildes einige Linien entfernt. Die Augen höher und mehr von einander entfernt. Die Gesichtsnaht hat anfangs denselben Verlauf, bildet aber vor der Glabella mit der andern keinen Bogen, sondern einen sehr spitzen Winkel.

Der ganze Rumpf, und besonders die Rhachis, ist nicht so bedeutend gewölbt.

Der Schwanzschild hat dieselbe konische Achse, jedoch ohne alle Gliederung, und glatte Seitenlappen.

Im Uebrigen stimmt der *As. raniceps*, seinem Habitus nach, mit dem *As. expansus* ganz überein.

Die Grösse ist, wie bei *As. expansus*, sehr verschieden. Ein im Universitätsmuseum befindliches, von Hrn. Stud. Rosen in der Gegend von Reval gefundenes Hypostoma von *As. raniceps*, welches 4" in der Länge beträgt, beweist, dass diese Thiere zuweilen wirklich eine enorme Grösse erreichten.

Fundort: Stets in Begleitung des *As. expansus* und sogar, wie ich mit Gewissheit behaupten darf, immer in überwiegender Menge.

4. *Asaphus platycephalus* Stok.

1822. *Asaphus platycephalus* Stokes, Transact. of Geolog. soc. of Lond. Vol. I. p. 208. pl. XXVII.

1824. *Isotelus gigas* et *Is. planus* De Kay, Ann. of Lyc. nat. Hist. New-York. Vol. I. p. 156. pl. XIII. fig. 1. 2.

1843. *Isotelus gigas* et *planus* Portlock, Geol. Report of Londonderry p. 295. pl. VII. fig. 1. 2. 3.

1843. *Isotelus gigas* Hall, Nat. Hist. of New-York. Part. VI. Palaeont. Vol. I. p. 231, pl. LX fig. 7. a—i, pl. LXI. fig. 3. a—m et 4. a. b. c, pl. LXII. fig. 1. a. b. c et 2, pl. LXIII.

Diagnose. Kopfschild sphärisch dreieckig, mit stumpfen Hinterecken; Glabella herzförmig, gewölbt, wenig nach hinten verschmälert; Augen gross, höckerförmig, weit von einander entfernt; Rumpf 8-gliedrig; Rhachis breit, fast cylindrisch; die Dorsalfurchen schwach; die Pleuren kurz, diagonal gefurcht; Schwanzschild gross, breit, mit sehr schwach gewölbter Rhachis, über welche parallele Furchen verlaufen und auf den Seitenlappen sich fortsetzen.

Beschreibung. Von dieser Art hatte ich zwei Exemplare zur Untersuchung, bei welchen der Kopfschild fast vollständig zerstört und die übrigen Theile abgeschält waren, dabei aber ein gut erhaltener Schwanzschild sich vorfand.

Der Kopfschild (nach Hall) ist fast dreieckig, mit stumpf abgerundeten Hinterecken; die Glabella breit, gewölbt, herzförmig, mit der Spitze nach vorn gerichtet, nach hinten wenig verschmälert (viel weniger als bei *As. expansus* und *raniceps*). Die grossen, höckerförmigen Augen stehen dicht neben der Glabella und sind, wegen ihrer beträchtlichen Breite, weit von einander entfernt.

Der Rumpf 8-gliedrig; seine breite, mässig gewölbte, von sehr schwachen Dorsalfurchen begrenzte, fast cylindrische Rhachis ist doppelt so breit wie die Pleuren. Diese letztern sind in diagonaler Richtung gefurcht und an den äussern Enden gar nicht schmäler als an der Dorsalfurche.

Der Schwanzschild mehr als anderthalbmal so breit wie lang, von einem breiten, ziemlich tiefen Sinus umgeben; seine Rhachis äusserst schwach erhoben, mit schwacher Andeutung von Gliederung und sehr undeutlichen Streifen auf den Seitenlappen.

Fundort: Aus dem Steinbruche von Neuenhof bei Hapsal, als Geschiebe von Pühalep-Pastorat auf Dagö (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk); als Geschiebe von Hapsal (a. d. Universitätsmuseum).

5. *Asaphus acuminatus* Boeck sp.

1838. *Trilobites acuminatus* Boeck, Gaea Norveg. p. 142.
1854. *Asaphus acuminatus* Ang,. Pal. Scand. Fasc. II. Tab. XXIX. fig. 2.

Diagnose. Glabella kolbenförmig nach vorn zugespitzt; an den verengten Stellen zwischen den Augen zwei seitliche, schwache Eindrücke; Rumpf...? Schwanzchild abgerundet, dreieckig; die Rhachis konisch, mit Andeutung der Ringe; auf den Seitenlappen weder Pleuren noch Furchen.

Beschreibung. Die Glabella, welche auch Angelin allein bekannt war, ist der bei *As. raniceps* ähnlich, nach vorn durch den Verlauf der Gesichtsnähte zugespitzt, convex, zwischen den Augen stielartig verengt, mit zwei schwachen seitlichen Eindrücken und einem kleinen, in der Mitte stehenden Höckerchen.

Der Schwanzschild stumpf dreieckig (subtriangularis); seine Rhachis konisch, mit jederseits 9 seitlichen Einkerbungen. Die Seitenlappen vollständig glatt; von dem ersten Ringe setzt sich auf die Seiten eine starke erhabene Falte fort.

Fundort. Im bituminösen Schiefer von Wannamois (a. d. Samml. der Hrn. Dr. Schrenk und Stud. Czekanowski).

6. ***Asaphus latisegmentatus*** m.[1]) Tab. 11. fig. 1. 2. 3.

Diagnose. Kopfschild parabolisch, die Hinterecken zu langen Hörnern ausgezogen; die Glabella nach vorn dilatirt, in der Gegend der Augen eingeschnürt; die Augen gross, höckerig; der Rumpf 8-gliedrig; der Schwanzschild parabolisch, fast halbkreisförmig; die konische Rhachis kaum angedeutet; die Seitenlappen ohne Spur von Furchen.

Beschreibung. Der Kopfschild ist parabolisch, von einem scharfen, flachen Rande umgeben, mit zu langen Hörnern ausgezogenen Hinterecken. Die Glabella, so viel man an dem beschädigten Kopfschilde beobachten kann, nach vorn stark dilatirt und in der Gegend der Augen bedeutend verschmälert, gleichsam geschnürt; ihr Bau lässt vermuthen, das die Gesichtsnähte, welche von dem Occipitalrande entspringen, vor ihr zu einem Winkel zusammenstossen.

---

1) Die Art findet sich in der S. 527 gegebenen „Uebersicht der Gattungen und Arten“ als *Asaphus obscurus* Nieszk. verzeichnet.

Der Rumpf mehr als um ein Drittel breiter als lang, durch die breiten, jedoch nicht tiefen Dorsalfurchen deutlich lobirt. Die Rhachis wenig gewölbt, fast cylindrisch, genau so breit wie die Pleuren; sie enthält also gerade ein Drittel der ganzen Thoraxbreite. Die einzelnen Ringe breit, ohne einen besonderen Charakter. Die Pleuren ebenfalls breit, in diagonaler Richtung gefurcht, in dem ersten Drittel ihrer Breite, von der Rhachis gerechnet, knieförmig gebogen (Fulcrum) und nach vorn und aussen zugeschärft; an den äussern Enden stumpf.

Der Schwanzschild halbkreisförmig, mässig gewölbt; seine kaum bemerkbar abgesetzte, konische Rhachis lässt fast keine Gliederung wahrnehmen; an der Seite aber, wo die äussere Schale zerstört worden ist, sieht man auf der Achse undeutliche Seitenkerbe. Die Seitenlappen glatt, ohne eine Spur von Furchen noch Rippen; selbst der Steinkern erscheint von derselben Beschaffenheit. Am obern Rande des Schwanzschildes sieht man eine erhabene Falte, die den an den Pleuren vorkommenden vollständig ähnlich ist.

Die Länge 4″ 1‴.

Fundort: Kunda (a. d. Universitätsmuseum).

Anmerkung. Diese Art scheint einer auf Oeland und in Dalekarlien vorkommenden, von Angelin unter dem Namen *Ptychopyge (Asaphus) rimulosa* beschriebenen, am nächsten zu stehen, unterscheidet sich jedoch von ihr durch folgende Charaktere:

As. latisegmentatus Nieszk.	*Ptychopyge rimulosa* Ang.
Glabella nach vorn breiter, mehr an den Vorderrand vorgerückt, zwischen den beiden Augen stark eingeschnürt.	Glabella fast cylindrisch, weit von dem vordern Kopfschildrande entfernt.
Die Rhachis des Schwanzschildes ungegliedert.	Die Rhachis des Schwanzschildes aus 7 Ringen bestehend.
Die Seitenlappen glatt, ohne alle Spur von Furchen.	Die Seitenlappen jederseits durch 7 breite Furchen durchzogen.

4. Gatt. *Proëtus* Steininger.

Gerastos Gldfs. *Aeonia* Burm. *Forbesia* M'Coy.

Der Kopfschild parabolisch oder halbzirkelförmig, mit stumpf abgerundeten oder zu Hörnern ausgezogenen Hinterecken. Der Randsaum dick, aufgeworfen, durch eine tiefe Randfurche vom übrigen Kopfe getrennt. Die Occipital- und Nackenfurche sind ebenfalls deutlich ausgeprägt.

Die Gesichtsnähte beginnen am Occipitalrande des Kopfschildes, machen eine S-förmige Biegung zu den Augen, säumen die Augendeckplatte und laufen von da in gerader Richtung an beiden Seiten der Glabella, zum Vorderrande des Kopfschildes hin.

Die ziemlich breiten Dorsalfurchen begrenzen eine parabolische, hoch gewölbte Glabella, die bald gelappt (bei *Pr. pulcher*), bald glatt (bei *Pr. concinnus*) ist, bald nur sehr schmale Andeutungen der Seitenfurchen trägt.

Die grossen, stark vorgequollenen, sehr fein facettirten Augen stehen dicht an dem hintern, seitlichen Theile der Glabella. Die Wangenschilder sind, wegen des Verlaufs der Gesichtsnähte, äusserst klein und schmal; die Randschilder sind verhältnissmässig viel grösser, dreieckig, gewölbt.

Der Rumpf besteht aus (8—9?) 10 Segmenten. Die Trilobation ist durch tiefe Dorsalfurchen stets sehr deutlich und regelmässig, so dass die Rhachis gewöhnlich ein Drittel der ganzen Rumpfbreite einnimmt; sie ist stark gewölbt, fast halbcylindrisch, die einzelnen Ringe deutlich von einander getrennt. Die Pleuren, welche, wie schon bemerkt wurde, mit der Achse gleiche Breite besitzen, sind ihrer Länge nach schief gefurcht, ihre äussern Enden entweder zugespitzt oder abgerundet.

Der Schwanzschild ähnlich dem Kopfschilde, je nach der Art, parabolisch oder zirkelförmig; die Rhachis durch die Fortsetzung der Dorsalfurchen stets deutlich abgesetzt, gewölbt, stumpfkegelförmig. Die Zahl der Segmente ist verschieden. Die Seitenlappen gewölbt, oft gesäumt, mit schwachen Furchen oder sanften Rippen versehen.

Uebersicht der Arten.

A. Glabella einfach.	Glabella sehr wenig nach vorn verschmälert; Schwanzschild 8-gliedrig, mit 8 bis 9 Furchen auf den Seitenlappen.	*Pr. concinnus.*
	Glabella fast konisch; Schwanzschild 8-gliedrig, mit 12 Furchen auf den Seitenlappen.	*Pr. latifrons.*
B. Glabella gelappt.	Glabella viel länger als breit; Schwanzschild 8-gliedrig, mit 14 Furchen auf den Seitenlappen.	*Pr. pulcher.*
	Glabella ebenso breit wie lang; Schwanzschild 4-gliedrig, mit 4—5 Pleuren.	*Pr. rami-sulcatus.*

1. *Proëtus concinnus* Dalm. sp.

1828. *Calymene concinna* Dalm., Palaead. p. 40. 7. Tb. I. fig. 5. a—c.
1839. *Asaphus concinnus* Emmr., de Trilob. dissert. p. 35. n. 19.
1843. *Gerastos concinnus* Gldfs., im neuen Jahrb. d. Min. p. 538.
1846. *Proëtus concinnus* Beyr., Ueber böhm. Trilob. St. II. Tab. III. fig. 8—10.
1854. *Proëtus concinnus* et *Forbesia concinna* Ang., Pal. Scand. Fasc. I. et II. Tab. XVII. fig. 5.

Diagnose. Kopfschild halbkreisförmig, mit verlängerten Hinterecken; Glabella nicht gelappt; Rumpf 10-gliedrig; Pleuren gefurcht; Schwanzschild halbkreisförmig; seine Rha-

chis 7 bis 8-gliedrig, mit 8 bis 9 undeutlichen Furchen auf den Seitenlappen; die Oberfläche glatt.

Beschreibung. Der Kopfschild halbkreisförmig, gewölbt, mit aufgeworfenem Randwulste und mässig verlängerten Hinterecken. Die Glabella sehr stark convex, glatt, nach vorn wenig verschmälert, durchaus nicht gelappt. Der Nackenring breiter und stärker als das erste Segment der Rhachis, von der Glabella durch die tiefe Nackenfurche getrennt; in seiner Mitte sieht man ein kleines Höckerchen: seine äussern Enden tragen knopfförmige Anschwellungen. Die Augen gross, stark vorgequollen, sitzen dicht an der Glabella, bedeutend nach hinten, gegen den Nackenring gerückt. Die Gesichtsnaht entspringt am Occipitalrande in der Nähe der Hinterecken, geht zuerst nach innen, dann parallel mit der Anschwellung am Ende des Nackenringes, begibt sich über das Auge, um die Augendeckplatte zu umschreiben, und von hier, etwas nach aussen und mit der der andern Seite convergirend, zum Vorderrande des Kopfschildes.

Der Rumpf 10-gliedrig; die Rhachis stark gewölbt, glatt, von vorn nach hinten kaum verschmälert; die ersten Ringe beträchtlich breiter als die Pleuren, die letztern an ihren äussern Enden etwas verdickt, übrigens ohne einen eigenthümlichen Charakter.

Der Schwanzschild halbkreisförmig, in der Grösse vollständig dem Kopfschilde entsprechend, so dass er bei der Zusammenkugelung mit ihm zusammenfällt und einen einzigen Rand bildet. Die Rhachis nimmt drei Viertel des ganzen Pygidiums ein; sie ist 7 bis 8-gliedrig; die ersten zwei Ringe zeichnen sich durch ihre Breite aus. Auf den Seitenlappen sieht man 8 bis 9 undeutlich verlaufende Furchen.

Die **Länge** 7 bis 8‴.

Fundort: St. Johannis-Kirche auf Oesel (a. d. Samml. der Hrn. Dr. Schrenk, Cand. Harder und Stud. Wirion).

Anmerkung. Die erste Nachricht von dieser Art finden wir bei Dalman, und seine Beschreibung ist viel genauer als die späterer Autoren, welche sehr oft *Pr. concinnus* mit dem *Gerastos (Proëtus) laevigatus* Gldfs. verwechselt haben; nur von der Gesichtsnaht schweigt er gänzlich und die Abbildungen zeigen dieselbe bloss am hintern Theile des Kopfschildes. Emmerich hat diese Species unter Sectio IV. in seiner *Asaphus*-Gattung gestellt; die kurze von ihm gegebene Diagnose stimmt so ziemlich mit der von Dalman überein, nur will er die Endanschwellungen des Nackenringes nicht bemerkt haben (excepto tuberculo pone oculos), woraus man sieht, dass der Verf. den *Pr. concinnus* mit *Pr. Cuvieri* verwechselt hat. Auch die von Burmeister unter dem Namen *Aeonia concinna* beschriebene Art, welche mit der *C. concinna* Dalm. identisch sein soll, ist nichts Anderes als *Pr. Cuvieri*.

2. *Proëtus latifrons* M'Coy sp.

1846. *Forbesia latifrons* M'Coy, Sil. foss. of Ireland pl. IV. fig. 11.
1848. *Proëtus latifrons* Phill., Descrip. of the Geol. Surv. of Great Brit. p. 337. pl. V. fig. 1.
1851. *Forbesia latifrons* M'Coy, Descr. of the Brit. Pal. foss. p. 174.

Diagnose. Kopfschild halbkreisförmig, mit verlängerten Hinterecken; Glabella lang, fast cylindrisch; die Augen dicht an beiden Seiten derselben stehend; der Rumpf 10-gliedrig; Schwanzschild halbkreisförmig, gesäumt; seine Rhachis besteht aus 7 bis 8 Ringen; auf den Seitenlappen bemerkt man jederseits 12 Streifen.

Beschreibung. Der Kopfschild halbkreisförmig, beinahe zweimal so breit wie lang; die Hinterecken laufen in ziemlich lange und spitze Hörner aus. Die Glabella lang, viel länger als bei *Pr. concinnus*, auch viel schmäler als die der erwähnten Art, nicht gelappt. Die Gesichtsnähte,

welche bei *Pr. concinnus* in der Nähe der Hinterecken entspringen, beginnen hier mehr in der Nähe der Achse. Der Nackenring breit, convex, an beiden Enden knopfartig verdickt, ähnlich wie bei *Pr. concinnus*; in seiner Mitte aber fehlt der bei letzterer Art vorhandene Höcker.

Der Rumpf (nach Phillips) 10-gliedrig: die Rhachis verjüngt sich nach hinten; die Pleuren diagonal gefurcht.

Der Schwanzschild von der Form des Kopfschildes, mit einem Saume umgeben; seine Rhachis konisch, ihr Ende abgestutzt; die Zahl der Ringe 7 bis 8; die Seitenlappen jederseits mit 12 Streifen versehen.

Fundorte: Lode unweit Arensburg und Ficht, auf Oesel (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk).

3. *Proëtus pulcher* [1]) m. Tab. III. fig. 12. 13.

Diagnose. Kopfschild halbkreisförmig; Glabella mit drei Seitenfurchen, die dritte biegt sich nach hinten gegen den Nackenring hin; Rumpf 10-gliedrig; Pleuren gefurcht; Schwanzschild 8-gliedrig, mit 14 deutlichen Seitenlappenfurchen. Der ganze Körper fein granulirt.

Beschreibung. Der Kopfschild halbkreisförmig, mit etwas verlängerten Hinterecken. Der Randsaum wie bei vorhergehender Art, aufgeworfen. Die Glabella bedeutend nach vorn verjüngt (viel mehr als bei *Pr. concinnus*), fast konisch, mässig gewölbt, jederseits durch drei Seitenfurchen gelappt, davon die vordere schwach, kaum unterscheidbar ist; sie grenzt den vordern und zugleich den grössten Stirnlobus

1) Ich muss bedauern von dieser Art nur Abbildungen unvollständiger Stücke geben zu können, indem die Exemplare, welche Hr. Harder besitzt und nach denen meine Beschreibung ausgeführt ist, gegenwärtig mir unzugänglich sind.

ab; die mittlere Seitenfurche ist tiefer; der zwischen ihr und der vordern gelegene Lobus ist klein und schmal; die hintere Furche endlich biegt sich stark nach hinten, gegen die Nackenfurche hin; der durch sie abgeschnittene Lobus springt etwas über die andern hervor. Der Rücken der Glabella zwischen den Seitenfurchen wölbt sich dachförmig hervor, und die Wölbung verliert sich gegen die Spitze. Die Oberfläche der Glabella, so wie des ganzen Kopfschildes, sehr fein granulirt. Die Augen stehen dicht neben dem dritten Lappen, sind relativ niedrig (im Gegensatz zu den aufgeschwollenen Augen bei *Pr. concinnus*). Die Gesichtsnähte wie bei der vorhergehenden Art. Der Nackenring stark gewölbt; an dessen Enden abgeschnittene Tuberkeln.

Der Rumpf 10-gliedrig; die einzelnen Ringe der Rhachis mässig gewölbt; die Pleuren von der Breite der ihnen entsprechenden Ringe, leicht gefurcht, stark hinterwärts gekrümmt.

Der Schwanzschild von der Grösse und Gestalt des Kopfschildes; die Rhachis deutlich gegliedert; ich zähle an meinen Handstücken 8 bis 9 Segmente. Die Seitenlappen gewölbt, ringsum gesäumt, jederseits mit 14 deutlichen Furchen versehen.

Länge 8 bis 10‴.

Fundorte: St. Johannis-Kirche auf Oesel (a. d. Samml. des Hrn. Cand. Harder), Hoheneichen an der Westküste Oesels (a. d. Samml. des Hrn. Mag. Schmidt).

4. *Proëtus ramisulcatus* m. Taf. III. Fig. 1. 2.

Diagnose. Kopfschild halbkreisförmig; die Hinterecken verlängert; Glabella eben so lang wie breit, durch

drei Seitenfurchen jederseits gelappt, deren hintere in zwei Aeste sich theilt; Augen gross, niedrig; Rumpf? . . . . . . Schwanzschild 4-gliedrig; die Rhachis auffallend gewölbt, mit 4 bis 5 Paar gefurchten Pleuren.

Beschreibung. Der Kopfschild halbkreisförmig; seine Hinterecken zu kurzen, spitzen Stacheln ausgezogen. Der Randsaum breit, dick; die ihn von dem übrigen Kopfe trennende Randfurche ist breit, tief, und fliesst mit der ebenfalls tiefen Occipitalfurche in den Hinterecken zusammen, sogar in diese sich fortsetzend. Die breite, mässig gewölbte Glabella ist jederseits durch drei schwache, einander parallele Seitenfurchen gelappt, deren hintere sich in zwei Aeste verzweigt, von welchen der obere in der mittleren Furche verläuft, der untere unter einem stumpfen Winkel nach innen und hinten in die tiefe Nackenfurche mündet. Die grossen, mässig gewölbten Augen stehen dicht an der Glabella. Der Nackenring schmal, mit tuberkelartigen Anschwellungen an beiden Enden.

Der Rumpf . . . . ?

Der Schwanzschild halbkreisförmig; seine breite, ungewöhnlich stark gewölbte Rhachis unterscheidet schon genug diese Art von allen vorhergehenden; sie besteht aus vier deutlich von einander getrennten Ringen und trägt 4 bis 5 Paar unter einander verschmolzener, aber wohl unterscheidbarer, der Länge nach gefurchter Pleuren. Das Endglied der Rhachis ist lang und deutlich abgesetzt. Die Oberfläche glatt.

Fundorte: Borkholm (a. d. Samml. der Hrn. Mag. Schmidt und Stud. Czekanowski). Nyby bei Hapsal (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk).

Anmerkung. Der von Angelin[1] unter dem Namen *For-*

1) Pal. Scand. Tab. XXXIII. fig. 18. 18. a.

besia brevifrons abgebildete Schwanzschild erinnert an den der oben beschriebenen Art, scheint jedoch verhältnissmässig breiter zu zu sein. Die Glabella dagegen, welche derselben Art angehören soll, ist nicht im geringsten ähnlich, stimmt aber vollständig mit den auch bei uns mit dem *Pr. ramisulcatus* zusammen vorkommenden Glabellen überein, von welchen ich auch eine abbilden liess (Taf. III. Fig. 14). Sie sind kurz, glatt, nicht gelappt, weit vom Vorderrande entfernt, mit einem sehr breiten Nackenringe, in dessen Mitte ein Höcker sich befindet. Es könnte wol sein, dass die von Angelin abgebildeten Stücke auch zwei verschiedenen Arten angehören.

5. Gatt. *Cyphaspis* Burm.

Der Kopfschild halbzirkelförmig, von einem breiten und ziemlich dicken Randsaume umgeben; die Hinterecken zu langen, spitzen Dornen ausgezogen. Die stark aufgetriebene, von dem Vorderrande ziemlich entfernte Glabella ist eiförmig, gegen den Nackenring schmäler, ohne Spur von Seitenfurchen (also nicht gelappt), ausser einem kleinen, an jeder Seite ihrer Basis gelegenen, ovalen Lobus, welcher von aussen, gemeinschaftlich mit dem Körper der Glabella, von der sehr tiefen Dorsalfurche begrenzt, von der Glabella selbst aber durch eine besondere, ebenfalls tiefe Furche getrennt wird. Da die Glabella, wie schon erwähnt, nie den Vorderrand erreicht, so münden die sie umgrenzenden Dorsalfurchen nicht, wie bei andern Gattungen, in die Randfurche, sondern vereinigen sich vorn zu einem Bogen.

Die Gesichtsnähte entspringen vom Occipitalrande, nahe bei den Hinterecken, laufen in fast gerader Richtung zu den Augen, und von hier in derselben Richtung nach vorn, zum vordern Rande des Kopfschildes.

Die Wangenschilder klein, schmal, von der Seite der Glabella abwärts auffallend stark gewölbt, von derselben aber

viel flacher. Die Randschilder ungefähr von dreieckiger Gestalt, sehr rasch nach aussen abfallend.

Die glatten, mehr oder minder gewölbten Augen sind bald rund, bald oval; im erstern Falle ist die Augendeckplatte fast horizontal, im letztern mehr aufrecht stehend.

Der Rumpf variirt in der Zahl der Segmente wie bei keiner andern Gattung; es sind bis jetzt noch wenige Arten bekannt, unter diesen findet man aber schon ein Schwanken in der Zahl der Rumpfringe zwischen 10 bis 17. Die Rhachis ist immer stark convex, deutlich durch die Dorsalfurchen begrenzt, allmälig nach hinten verschmälert und auf dem sechsten Ringe oft einen langen, spitzen Dorn tragend. Die Pleuren ihrer Länge nach gefurcht, gegen ihre Mitte gebogen, an den äussern Enden abgerundet.

Der Schwanzschild ist halbzirkelförmig, schwach gewölbt, mit 4 bis 8-gliedriger Rhachis und 3 bis 4 auf den Seitenlappen sichtbaren Furchen.

Die Oberfläche des Körpers mit feinen Tuberkeln übersäet.

Cyphaspis megalops M'Coy sp. Tab. I. fig. 6.

1846. *Harpes? megalops* M'Coy, Synops. Sil. Foss. Irel. pl. IV. fig. 5.
1853. *Cyphaspis megalops* Salt., Mem. of Geol. Surv. Decade VII. pl. V.

Diagnose [1]. Cyphaspis parvulus; capite undique granuloso, fronte rotundato; glabella subhemisphaerica, nec gibba, oculos maximos vix supereminente; lobis posticis obovatis angustis; genis latitudine glabellam aequantibus, angulis longe-cornutis; limbo ante glabellam declivi, angusto, vix margine incrassato latiori; thorace segmento sexto armato,

1) Ich theile, der Unvollständigkeit meiner Handstücke wegen, die von Salter gegebene Diagnose unverändert mit.

spina crassa adpressa caudae apicem attingente; pleuris inermibus; cauda lateribus unisulcatis.

Beschreibung. Diese in zahlreichen, leider aber nur durch beschädigte Kopfschilder repäsentirten Exemplaren vor Kurzem bei uns gefundene Art stimmt vollkommen mit dem schönen, in England vorkommenden *Cyph. megalops* überein. Die hier sich findenden Bruchstücke, von welchen ich eines habe abbilden lassen, zeigen eine Glabella mit dem Nackenringe und bis zu den Gesichtsnähten sich erstreckenden Wangenschildern.

Die Glabella ist stark gewölbt, parabolisch in ihrem Umrisse, wenn die an ihrer Basis gelegenen kleinen Lobi in Betracht gezogen werden, eiförmig, mit der Spitze nach hinten gerichtet, wenn dieselben unberücksichtigt bleiben; sie ist von der tiefen Dorsalfurche rings umgeben; ihre Länge beträgt nur etwas mehr als zwei Drittel der Länge des ganzen Kopfschildes, wodurch sie ziemlich weit von dem breiten, flachen Randsaume entfernt wird. Dieser Raum ist an meinen Exemplaren dreimal so breit wie der Randsaum selbst (die Figur von Salter zeigt dasselbe Verhältniss; die andern Autoren stellen jenen Raum viel schmäler dar), und mit ihm zusammen ist er fast der Hälfte der Glabellenlänge gleich (nach Salter nur einem Drittel). Die an der Basis der Glabella gelegenen Seitenlobi sind schmal, klein, eiförmig, mit der Spitze nach vorn gerichtet, von allen Seiten tief umfurcht und zwar von aussen von der Dorsalfurche, von hinten von der Nackenfurche und von innen von einer den Hauptlobus der Glabella begrenzenden, besonders tief eingeschnittenen Furche. Die bei allen meinen Exemplaren meist zerstörten Wangen zeigen eine bedeutende Wölbung. Der Nackenring ist stark convex; die Nackenfurche breit und tief.

Die Länge meiner Handstücke beträgt 2‴.

Fundort: Wannamois bei Tolks in Ehstland (a. d. Samml. der Hrn. Mag. Schmidt und Stud. Czekanowski).

Anmerkung. Ausser dieser Art kenne ich noch ein Bruchstück von dem Kopfschilde einer *Cyphaspis*-Art aus den obersilurischen Kalksteinschichten von Sarepa bei Karral auf Oesel, welches, wie es scheint, mit dem *C. pygmaeus* Salt. (= *Proëtus elegantulus* Ang.[1]) identisch ist.

6. Gatt. *Lichas* Dalm.

Nuttainia Portl. *Metopias* Eichw.

Der Kopfschild parabolisch oder halbzirkelförmig, in den Hinterecken zu langen, spitzen Hörnern ausgezogen [2]). Die Glabella aller Arten dieser Gattung hat so viel Specifisches, dass es kaum möglich ist sie mit irgend einem andern Trilobiten zu verwechseln; sie ist gross, sehr stark gewölbt, aus mehrern einzelnen, mehr oder minder vollständig rings umschlossenen Feldern bestehend. Alle Seitenfurchen zeigen eine so grosse retroverse Tendenz, dass sie zu Längsfurchen werden:, die vordern Seitenfurchen nehmen ihren Anfang in der Nähe der Enden der Dorsalfurchen, machen eine mehr oder minder rasche, kreisförmige Biegung nach innen und laufen entweder convergirend oder parallel mit einander, entweder durch die ganze Länge der Glabella bis zur Nackenfurche hin, oder verlieren sich, ohne dieselbe zu erreichen. Der zwischen ihnen eingeschlossene Theil entspricht dem Stirntheil andrer Trilobiten (le corps median ou lobe frontal Barr.). Die mittlere Seitenfurche, welche bei allen böhmischen *Lichas*-

---

1) Angelin, Palaeont. Scand. tab. XVII. fig. 7.

2) Zum bessern Verständniss der einzelnen Kopftheile, gebe ich eine Skizze von einer böhmischen Art, *L. palmata*. Tab. I. fig. 21.

Arten stets vorhanden ist, bei unsern dagegen öfter fehlt, beginnt in der Dorsalfurche und mündet mit ihrem innern Ende bald in die vordere Seitenfurche, bald in die Nackenfurche selbst; das zwischen ihr und der vordern Seitenfurche gelegene Feld heisst der Vorderlappen (lobe anterieur Barr.). Die hintere Furche, welche nach Beyrich immer vorhanden sein soll und in die Nackenfurche mündet, scheint bei einigen Arten vollständig zu fehlen (*L. darlecarlica*, *L. laticeps*). Da aber in solchen Fällen die mittlere Furche nicht existirt, so ist nur die vordere allein vorhanden. Wenn die mittlere und hintere Seitenfurche vorhanden sind, so nennt man das zwischen ihnen befindliche Stück den mittlern Lappen (lobe moyen Barr.), das zwischen der hintern Seiten- und der Nackenfurche gelegene, den hintern Lappen (lobe posterieur Barr.).

In Folge des Fehlens einzelner Seitenfurchen, zerfällt die Glabella in eine verschiedene Zahl umschriebener Felder, nämlich: wenn alle drei Furchen vorhanden sind und die vordern bis zur Nackenfurche reichen, in sieben (*L. palmata*, *L. margaritifer*); wenn die mittleren fehlen, in fünf (*L. deflexa*, *L. Eichwaldi*) und endlich, wenn man die letztern und hintern vermisst, in drei (*L. ornata*, *L. dalecarlica*).

Die Dorsalfurchen, welche an den äussern Enden des Nackenringes ihren Anfang nehmen, begrenzen die Glabella mit einer gebrochenen Linie; sie sind schwach, besonders im hintern Theile ausgeprägt.

Die Gesichtsnähte beginnen am Occipitalrande zwischen den Wangen- und Randschildern, laufen einwärts zu den kleinen, fein facettirten, bis jetzt noch sehr mangelhaft beobachteten Augen und von da, an der Seite der Glabella, zum vordern Rande hin.

Die Wangenschilder sind im Verhältniss zu der hohen, aufgetriebenen Glabella nur sehr unbedeutend gewölbt. Die Randschilder sehr selten unversehrt erhalten, klein, dreieckig, abwärts abfallend; ihre Hinterecken in lange, spitze, unter einem sehr stumpfen Winkel von der Achse des Körpers entfernte Hörner ausgezogen.

Der Rumpf 11-gliedrig; seine Rhachis stets gewölbt, sehr allmälig an Breite abnehmend; die Pleuren breit, gefurcht, ihre äussern Enden zugespitzt.

Der grosse, wenig gewölbte Schwanzschild ist meist von dreieckiger oder parabolischer Form. Die Rhachis besteht gewöhnlich aus 8 Segmenten, deren zwei vordere gewölbt, aber schmal erscheinen; das letzte ist viel länger und reicht zuweilen bis zum Ende des Schwanzschildes. Die Pleuren sind gross, breit, gefurcht, meist flach, abgerundet oder in spitze Zacken auslaufend.

Die Oberfläche des ganzen Körpers pflegt mit grössern oder kleinern, unregelmässig zerstreuten Tuberkeln bedeckt zu sein, zwischen welchen noch kleinere Granulationen eingebettet sind.

Uebersicht der Arten.

A. Alle drei Seitenfurchen vorhanden. . . .			*Lich. margaritifer.*
B. Die vordere und hintere Seitenfurchen vorhanden.	Die vordere Furche in die Nackenfurche mündend.	Der vordere Lobus eiförmig.	*L. deflexa.*
		Der vordere Lobus bohnenförmig.	*L. Eichwaldi.*
	Die vordere Furche blind endigend.		*L. verrucosa.*

- C. Nur die vordere Seitenfurche vorhanden.
  - Die vordern Lobi reichen bis zur Nackenfurche.
    - Die vordern Furchen laufen, ehe sie die Nackenfurche erreichen, rasch auseinander. — *L. ornata.*
    - Die vordern Furchen münden in die Nackenfurche parallel mit einander. — *L. dalecarlica.*
  - Die vordern Lobi erreichen nicht die Nackenfurche. — *L. laticeps.*
- D. Nur die Schwanzschilder bekannt. — *L. platyura* m.; *L.* . . . . sp. ?

1. *Lichas margaritifer* m. Tab. I. fig. 15.

Diagnose. Glabella mit drei Seitenfurchen; der Stirnlobus am hintern Ende trapezoidalförmig; der vordere und hintere Lobus oval; anstatt des mittlern, ist zwischen die zwei letztern ein viereckiges Stück der Wange eingeschoben; die Oberfläche fein granulirt.

Beschreibung. Der Kopfschild halbzirkelförmig (?). Die Glabella gewölbt, durch drei Seitenfurchen gelappt; die zwei vordern beginnen weit auswärts, machen einen breiten Bogen nach innen, laufen eine Strecke convergirend und biegen sich, da wo sie mit den mittlern Seitenfurchen zusammentreffen, unter einem fast rechten Winkel nach aussen, verlaufen dann wieder schräg und münden in die Nackenfurche. Durch diesen Verlauf wird ein trapezoidaler Lobus begrenzt, welcher jedoch nur als hinterer Theil des Stirnlobus zu betrachten ist. Durch die vordere und mittlere Furchen wird ein zweiter, sogenannter vorderer Lobus begrenzt; er ist eiförmig mit der Spitze nach hinten und innen gerichtet. Zwischen der mittlern und der hintern Seitenfurche, welche den kleinen, ovalen hintern Lobus abschneidet, ist, statt des mittlern Lobus der Glabella, ein viereckiges Stück des Wangenschildes hineingeschoben.

Die äussere Schale ist mit kleinen, regelmässigen, perlenartigen, fast gleich grossen erhabenen Tuberkeln geziert.

Mit der beschriebenen Glabella zusammen, wurde ein Bruchstück von einem Schwanzschilde gefunden, das, wie ich vermuthe, demselben Individuum angehörte. Es besteht aus der Achse, die drei deutliche Segmente besitzt und auf deren Endgliede sich ein erhabener Tuberkel wahrnehmen lässt. Die Pleuren sind zerstört.

Die Länge der Glabella beträgt 4''', ihre Breite $8\,{}^1/_2$'''.

Fundort: Borkholm (a. d. Samml. des Hrn. Mag. Schmidt).

2. *Lichas deflexa* Ang.

1854. *Lichas deflexus* Ang., Palaeont. Scand. Fasc. II. Tb. XXXVII. fig. 3. a—c.

Diagnose. Glabella auffallend hoch gewölbt; nur die vordern und hintern Seitenfurchen vorhanden; die vordern in die sehr tiefe und breite Nackenfurche mündend; der Stirnlobus in der Mitte äusserst schmal; die Vorderlappen eiförmig, vertical stehend, mit der Spitze nach hinten gerichtet; die Hinterlappen stumpf, dreieckig.

Beschreibung. Der Kopfschild parabolisch. Die Glabella zeichnet sich durch ihre auffallende Wölbung aus; sie ist jederseits durch zwei Seitenfurchen gelappt, während die dritte, mittlere Furche fehlt; die vordern Seitenfurchen beginnen am Vorderrande der Glabella in mässiger Entfernung von einander, laufen sehr stark untereinander convergirend, nähern sich ihrer Länge nach in der Mitte am meisten und laufen dann mit derselben Schnelligkeit wieder auseinander: sie münden endlich in die breite Nackenfurche, oder vielmehr in die mit der letztern zusammenhängende hintere

Seitenfurche ein. Der zwischen ihnen eingeschlossene Lobus übertrifft an Wölbung alle andern Theile des Kopfschildes; sein höchster Punkt fällt mit seinem vordern, breitern Abschnitte zusammen. In der Mitte seiner Länge ist er schmal und beträgt kaum ein Viertel der Breite des Vorderlappens; in seinem hintern Theile wird er diesem gleich. Die mittlern Seitenfurchen fehlen oder, richtiger gesagt, verlieren sich in den tiefen und sehr breiten Dorsalfurchen, welche mit den hintern, fast horizontalen Furchen unter einem stumpfen Winkel zusammenstossen und die Vorderlappen von unten und aussen begrenzen. Diese letztern sind genau eiförmig, vertical stehend und mit ihren Spitzen nach unten gerichtet. Hinter jedem Vorderlappen, etwas nach aussen gelegen, befindet sich der kleine hintere Lobus. Die Wangenschilder sind von unregelmässigen Stücken gebildet. Die Oberfläche ist mit Höckern besäet.

Fundort: Als Geschiebe von Reval und von Pühalep auf Dagö (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk).

3. *Lichas Eichwaldi* m. Tab. I. fig. 16. 17.

1843. *Metopias* .....? Eichw., Urw. Russl. Hft. II. p. 64. Tab. III. fig. 4.

Diagnose. Glabella mässig gewölbt, jederseits mit zwei Seitenfurchen, während die mittlere fehlt; die vordern Furchen münden in die Nackenfurche und begrenzen einen langen, aber nicht breiten Stirnlobus; die vordern Lappen sind bohnenförmig; an ihren hintern Enden liegen kleine, ovale Hinterlappen.

Beschreibung. Der Kopfschild parabolisch; der an einzelnen Stellen erhaltene Randsaum flach und scharf. Die Glabella mässig gewölbt; das Verhältniss ihrer Länge zur Breite ist wie 4 : 3; mit zwei Seitenfurchen, indem die mittlere fehlt.

Die vordern Seitenfurchen beginnen vom vordern äussern Rande, biegen sich rasch nach innen, verlaufen dann, ein wenig untereinander divergirend, eine Strecke fast parallel, dann wieder etwas divergirend, und münden endlich in die Nackenfurche. Der zwischen ihnen eingeschlossene Stirnlobus ist lang, nur im vordern Theile ziemlich breit und mit seiner Wölbung nicht über die andern Theile hervorragend. Der bohnenförmige Vorderlappen wird durch die vordere Seitenfurche von innen, durch die dieser fast parallel laufende Dorsalfurche von aussen und durch die kurze hintere Seitenfurche begrenzt. Der zwischen dem Vorderlappen und dem Nacken gelegene Hinterlobus ist klein, oval. Der Nackenring breit, convex. Die Wangenschilder aus schmalen, unregelmässigen Stücken bestehend, an welchen man öfters eine halbmondförmige Augendeckplatte bemerkt. Die Oberfläche ist mit feinen Tuberkeln besäet.

Der Rumpf .....?

Der Schwanzschild fast halbzirkelförmig; die Rhachis besteht aus drei Ringen und einem ziemlich langen, erhabenen, deutlich abgesetzten, stumpfen Endgliede. Die Dorsalfurchen nähern sich einander, indem sie das Ende der Achse erreichen, um später wieder auseinander zu laufen. Die Seitenlappen sind convex, schwach abwärts gebogen, durch fünf zu einer Scheibe verschmolzene, ebensoviele Pleuren andeutende Furchen charakterisirt. Die Pleuren laufen in sechs kurze Zacken aus. Die Oberfläche granulirt.

Fundorte: Wesenberg, Wannamois bei Tolcks (a. d. Universitätsmuseum und a. d. Samml. der Hrn. Mag. Schmidt und Stud. Czekanowski); Paggar, Neuenhof bei Hapsal (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk.)

Anmerkung. Diese Art findet sich in zahlreicher Menge in

den Steinbrüchen von **Wesenberg**, so dass ich etliche dreissig oder vierzig Exemplare zur Untersuchung hatte. **Eichwald** war der erste, der sie an dem Orte entdeckte, beschrieb und abbildete (a. a. O.); durch ein Versehen jedoch legte er ihr keinen Speciesnamen bei und citirte die Figur zu seinem im Texte beschriebenen *Bellerophon nanus*. **Beyrich** beschreibt, im zweiten Stücke seiner böhmischen Trilobiten, unter dem Namen *L. angusta*, eine auf einem Lager nordischer transportirter Kalksteine zu **Sadowitz**, bei Oels in Schlesien, gefundene Art, welche, seiner Meinung nach, mit der von Eichwald ohne Namen abgebildeten identisch ist. Es lässt sich nicht läugnen, dass zwischen den beiden Abbildungen eine gewisse Aehnlichkeit stattfindet, und es ist kein Wunder, dass Beyrich, der nur die Abbildung und ungenaue Beschreibung Eichwalds kannte und selbst nur ein kleines, unvollständiges Exemplar besass, beide Arten zu identificiren sich berechtigt fühlte. Nachdem mir aber eine grössere Anzahl schöner Exemplare eine genaue Untersuchung und Vergleichung gestattete, kann ich nicht umhin das von Eichwald abgebildete Stück als eine von *L. angusta* verschiedene Art anzusehen. Beyrich sagt in der Beschreibung seiner Art: „Die vordern Seitenfurchen nähern sich gegen die Mitte der Glabella hin, als ob sie sich verbinden wollten (daher wahrscheinlich der Name *angusta*), entfernen sich dann aber wieder von einander und laufen in Dorsalfurchen zurück u. s. w." Die gegebene Figur zeigt deutlich das Gesagte: die erwähnten Furchen nähern sich einander so sehr, dass der Stirnlobus auf das Minimum seiner Breite reducirt wird, und laufen dann stark convergirend nach hinten. Dies ist indessen bei unserer Art nicht der Fall; die vordern Seitenfurchen convergiren untereinander etwas mehr als bis zu einem Drittel der Länge der Glabella, ohne einander so bedeutend sich zu nähern; von da laufen sie parallel und nicht weit von der Nackenfurche wieder auseinander. In Folge dessen, hat der Vorderlobus eine mehr verticale Lage, während derselbe bei *L. angusta* schräg von aussen nach innen gerichtet ist. Diese Differenzen, welche bei der Autopsie noch mehr ins Auge fallen als die Beschreibung sie zu vergegenwärtigen vermag, haben mich veranlasst die Art von *L. angusta* zu trennen und für sie den Namen *L. Eichwaldi*, zu Ehren ihres ersten Entdeckers, vorzuschlagen.

Endlich scheint noch eine obersilurische, *L. gothlandicus* Ang. dieser Art sehr verwandt zu sein; sie unterscheidet sich jedoch von der *L. Eichwaldi* durch grössere Convergenz der vordern Seitenfurchen und kleine Ausbuchtungen derselben ungefähr in der

Mitte der Glabella, wie es sich an meinen Exemplaren aus der entsprechenden obersilurischen Schicht von Kerkau bemerken lässt.

4. *Lichas verrucosa* Eichw. sp.

1843. *Metopias verrucosus* Eichw., Urw. Russl. Hft. II. p. 63. Tab. III. fig. 23.

Diagnose. Glabella schwach gewölbt; die mittlere Seitenfurche fehlt, die vordern Furchen erreichen nicht die Nackenfurche, sondern hören blind auf. Die Hinterlappen oval; der Nackenring breit; in seiner Mitte erhebt sich ein spitzer Höcker.

Beschreibung. Die Glabella zeichnet zich durch ihre schwache Wölbung aus; die vordern Seitenfurchen beginnen weit von einander entfernt, laufen leicht convergirend nach innen und entfernen sich wieder von einander; ihre hintern Enden biegen sich hackenförmig auswärts und schliessen, um die Breite des Nackenringes von der Nackenfurche entfernt, blind ab. Der Vorderlappen wird dadurch von unten und innen nicht umgrenzt, sondern mit dem Stirnlobus unmittelbar verbunden; nach aussen und vorn ist er von der Dorsalfurche umfurcht. Der von der hintern Seitenfurche abgeschnittene Hinterlappen ist klein, oval. Der Nackenring breit, mässig convex; in seiner Mitte erhebt sich ein spitzer Höcker. Die Oberfläche mit feinen, regelmässigen Tuberkeln geziert.

Fundort: Reval (a. d. Universitätsmuseum).

Anmerkung 1. Das von Eichwald unter demselben Namen abgebildete Bruchstück (a. a. O. Fig. 23. b) gehört nicht dieser Art an, eben so wie die von Phillips [1]) als *L. verrucosus* beschriebene Glabella eine verschiedene Art darstellt. Auch ein von dem Herzog

1) Memoirs of the geolog. Surv. of Great Britain etc. p. 340. pl. VIII. fig. 7.

von Leuchtenberg[1]) als *Metopias (Lichas) verrucosus* bestimmter Trilobit ist wol eine *Lichas*-Art, doch mitnichten die oben beschriebene. Die grosse, konische Gestalt hat nicht die geringste Aehnlichkeit mit dem Stirnlobus der *L. verrucosa*, nähert sich aber sehr den schon früher von Herzog von Leuchtenberg als *Met. coniceps* beschriebenen Stücken, welche mit der *L. celorrhin* Ang. von Gothland vollständig übereinstimmen.

Anmerkung 2. In der Sammlung des Hrn. Dr. Schrenk befindet sich eine *Lichas*-Art, die im Allgemeinen der *L. verrucosa* ähnelt, jedoch durch die weiter nach hinten sich erstreckenden vordern Seitenfurchen, deren hintere Enden sich nicht so stark hackenförmig nach aussen biegen, durch den viel schmälern Nackenring, durch die mehr gewölbten und mehr runden Hinterlappen von ihr unterschieden ist; ausserdem trägt die Oberfläche des Kopfschildes, zwischen den feinen Tuberkeln, noch sehr grosse, runde, glatte Tuberkeln. Der Rumpf ist 11-gliedrig, die Rhachis mässig gewölbt, die einzelnen Ringe an den Enden verdickt, die Dorsalfurchen deutlich, die Pleuren nach hinten gekrümmt, der Länge nach gefurcht; an den äussern Enden sind sie leider beschädigt. Diese Art wurde auf Odinsholm gefunden.

5. *Lichas ornata* Ang.

1854. *Lichas ornatus* Ang., Pal. Scand. Fasc. II. Tab. XXXVII. fig. 7, 7. a.

Diagnose. Nur die vordern Seitenfurchen vorhanden; sie laufen in einem sehr krummen Bogen und münden in die Nackenfurche; der Stirnlobus vorn zweimal so breit wie hinten; die Vorderlappen nierenförmig; die Oberfläche mit grossen, runden Warzen besäet. Rumpf....? Schwanzschild mit sehr gewölbter Achse, jederseits mit drei in spitze Zacken auslaufenden Pleuren versehen.

Beschreibung. Der Kopfschild halbkreisförmig. Die Glabella viel breiter als lang, gewölbt, jederseits nur durch die vordern Seitenfurchen gelappt, während die mittlern und

1) Beschr. einiger neuen Thierreste der Urw. Taf. I. Fig. 9.

hintern fehlen. Die vordern Seitenfurchen beginnen von aussen sehr weit von einander entfernt, laufen nach innen, anfangs convergirend, dann wieder schnell divergirend zu der Nackenfurche hin. Der zwischen ihnen eingeschlossene Stirnlobus ist gross, breit, gewölbt; sein vorderer Theil zweimal so breit wie der hintere. Der durch die vordern Seitenfurchen von innen und durch die Dorsalfurchen von aussen begrenzte Vorderlappen ist ebenfalls breit, gross, nierenförmig. Die Wangenschilder sind unvollständig, von unregelmässigen Stücken gebildet; an ihrem äussern Rande sieht man halbmondförmige Augendeckel.

Der Rumpf . . . . . ?

Angelin (a. a. O.) hat ausser dem Kopfschilde noch ein Schwanzschild abbilden lassen, welches derselben Art angehören soll. Seine Vermuthung wird auch durch die Untersuchung des mir vorliegenden Materials vollständig bestätigt. Ich finde nämlich einen Kopf- und einen Schwanzschild aus demselben Steinbruche, welche unwidersprechlich demselben Individuum angehört haben und welche mit den von Angelin gelieferten Abbildungen vollkommen übereinstimmen. Die Rhachis des Schwanzschildes zeigt zwei deutliche Segmente; während weiter nach hinten die Gliederung vollständig verschwindet; in der Mitte des Endgliedes erhebt sich ein stark emporragender Höcker. Die Fortsetzung der Dorsalfurchen scheidet die Achse von den Pleuren und von dem Endgliede. Von jenen sind drei nach abwärts gerichtet, ihrer Länge nach stark gefurcht, in spitze Zacken auslaufend. Die Oberfläche sowol des Kopf- als auch des Schwanzschildes ist mit runden Warzen besäet.

Fundort: Im Dolomit bei Kerkau im Kirchspiele Jakobi, in NW-Livland (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk).

6. ***Lichas dalecarlica*** Ang. Tab. I. fig. 18. 19.

1854. *Lichas dalecarlicus* Ang., Pal. Scand. Fasc. II. Tab. XXXVIII. fig. 9, 9. a.

Diagnose. Glabella eiförmig, nach vorn verjüngt, stark aufgebläht; jederseits nur die vordere in die Nackenfurche mündende Seitenfurche vorhanden; der Stirnlobus vorn dreimal so breit wie hinten; der Vorderlappen nierenförmig; an seiner äussern Seite, dicht neben der Dorsalfurche, ragt nach aussen und etwas nach hinten ein ziemlich langer Augenhöcker.

Beschreibung. Die Glabella im Umrisse eiförmig, nach vorn verschmälert, kugelartig aufgebläht. Die allein vorhandenen vordern Seitenfurchen beginnen vom äussern Rande, machen eine Biegung nach vorn, laufen bis zur Mitte der Glabella untereinander convergirend und von da bis zur Nackenfurche hin einander parallel. Der Stirnlobus ist in seinem vordern Theile dreimal so breit wie im hintern; der erstere ist am stärksten gewölbt und rasch nach unten abfallend. Der Vorderlappen, von aussen durch die bogenförmig verlaufende Dorsalfurche begrenzt, ist breit, nierenförmig; nach aussen von den Dorsalfurchen ragt jederseits ein bedeutender, leicht nach hinten gekrümmter Augenhöcker. Die seitlich und nach unten von ihm gelegenen Wangentheile sind an meinem Handstücke nicht zu untersuchen. Die Nackenfurche ist tief und trennt die Glabella von einem für sich gewölbten, in Bezug aber auf die letztere selbst relativ niedrigen Nackenring. Die ganze Oberfläche ist glatt und glänzend, durch feine, erhabene Pünktchen geziert, zwischen denen noch grössere, perlenartige Wärzchen sich erheben.

Die Länge der Glabella, den Nackenring mitgerechnet,

beträgt 6‴, ihre Breite $5^1/_2$‴; die Länge der Augenhöcker $1^1/_2$‴; die Entfernung zwischen den vordern Seitenfurchen bei ihrer Mündung in die Nackenfurche 2‴; die Höhe 4‴.

Fundort: Neuenhof bei Kosch (a. d. Universitätsmuseum).

7. *Lichas laticeps* Ang. Tab. I. fig. 20.

1854. *Lichas laticeps* Ang., Pal. Scand. Fasc. II. Tab. XXXVI. fig. 8, 8. a.

Diagnose. Glabella sehr stark gewölbt; nur die vordern Seitenfurchen vorhanden, nicht in die Nackenfurche mündend; die Vorderlappen breiter als der Stirnlobus.

Beschreibung. Von dieser Art besitze ich ein viel besseres als das von Angelin abgebildete Exemplar; es besteht nämlich aus einer vollständigen Glabella mit dem Nackenringe und den Wangenschildern. Die Glabella zeichnet sich durch ihre ungewöhnliche Breite und auffallende Wölbung aus. Die allein vorhandenen vordern Seitenfurchen beginnen vom vordern äussern Rande derselben, convergiren anfangs schwach untereinander, machen in der Mitte der Glabella eine ziemlich starke Ausbuchtung nach aussen, laufen wieder ein wenig einander parallel und biegen sich dann, ohne die Nackenfurche zu erreichen, sehr rasch nach aussen, in die Nackenfurche mündend. Der stark gewölbte Stirnlobus ist schmäler als der nierenförmige, ebenfalls bedeutend gewölbte, auf seinen beiden Seiten liegende Vorderlappen. Der Nackenring scheint niedrig. Der an meinem Handstücke ziemlich erhaltene rechte Wangenschild ist wenig gewölbt. Die Oberfläche granulirt.

Die Länge beträgt 4‴.

Fundorte: Kuiwajöggi bei Kosch, Borkholm (a. d. Samml. des Hrn. Mag. Schmidt).

8. ***Lichas platyura*** m. Tab. I. fig. 9.

Beschreibung. Der Schwanzschild in seinem Umrisse ungefähr halbkreisförmig; seine Rhachis besteht aus drei mässig gewölbten Ringen; das Endglied ist stark convex, nach hinten schmäler und flacher, am hintern Ende ausgeschweift. Die Dorsalfurchen laufen bis zum Ende der Wölbung des Endgliedes fast parallel, dann convergirend und wieder parallel; sie sind tief und ziemlich breit. Die Seitenlappen bestehen aus zwei breiten, convexen, in der Längsrichtung stark gefurchten Pleuren, deren äussere Enden spitz endigen und nach hinten sich krümmen. Ausserdem besitzt das Endglied seine eigene Pleure; sie besteht jederseits aus einem schmalen, langen Stücke, das parallel der zweiten Pleure läuft, und aus einem neben ihm stehenden, ringsum gefurchten, ovalen Felde. Die erstern Stücke biegen sich nach hinten, um in der Körperachse zusammenzufliessen, so dass das Endglied mit dem von diesen Stücken gebildeten Saume etwa die Figur eines umgekehrten T darstellt. Die Oberfläche granulirt.

Die Länge 8‴.

Fundort: Jelgimäggi, 18 Werst südlich von Reval (von Hrn. Stud. Glehn gefunden).

9. ***Lichas*** sp. . . . . ? Tab. III. fig. 17.

Der Steinkern von einem unvollständigen Schwanzschild. Er besteht aus der Rhachis von 3 Segmenten und einem stark hervorragenden Endgliede. Die Dorsalfurchen tief;

die an einer Seite zurückgebliebenen Stücke von Pleuren sind durch sehr tiefe Furchen von einander geschieden. Die ganze Oberfläche ist zierlich von perlenartigen Tuberkeln besäet.

Fundort: Orrenhof (a. d. Universitätsmuseum).

B. Gattungen mit glatten Pleuren.

7. Gatt. *Illaenus* Dalm.

Dysplanus Burm. *Bumastus* Murch.

Der Kopfschild halbzirkelförmig, sehr stark gewölbt, dem vierten Theile einer Kugelfläche gleichend, bald mit breit abgerundeten, bald mit zugespitzten, oder zu langen Hörnern ausgezogenen Hinterecken. Kein Randwulst und keine Randfurche.

Die Gesichtsnähte beginnen am Occipitalrande des Kopfes, steigen in einem kurzen Bogen zu den Augen, umschreiben zuweilen sehr grosse Augendeckplatten und laufen von da nach vorn und aussen zum vordern Aussenrande des Kopfschildes.

Die Dorsalfurchen setzen sich nur eine kurze Strecke auf dem Kopfschild fort und begrenzen keine eigentliche Glabella, ja bei einigen Arten findet man von ihnen keine Spur.

Die Augen gross, breit, halbmondförmig, aber nicht hoch, bald mehr nach vorn stehend, bald gegen die Hinterecken gerückt.

Die Wangenschilder gross, auf Kosten der durch den Verlauf der Gesichtsnähte zu sehr kleinen dreieckigen Stücken reducirten Randschilder, nach vorn breit.

Der Rumpf besteht, je nach der Art, aus 8 (?), 9 bis 10 Segmenten; die Dorsalfurchen entweder schwach ausgeprägt oder sogar vollständig verschwunden *(Bumastus);* in Folge dessen auch die Trilobation bald vorhanden, bald nicht; im erstern Falle ist die Rhachis mässig gewölbt, sehr wenig nach hinten verschmälert, die einzelnen Ringe meist schmal, ihr hinterer Rand den vordern des folgenden Ringes bedeckend. Die Pleuren von der Breite der Rumpfringe, vollständig glatt, schwach nach hinten und abwärts gebogen.

Der Schwanzschild von der Form des Kopfschildes, stark gewölbt, entweder mit einer rudimentären dreieckigen Achse, oder ohne eine Spur derselben; die Seitenlappen glatt, convex. Die Oberfläche mit feinen, wellenförmigen Streifen geziert.

Uebersicht der Arten.

A.	Die Hinterecken verlängert.	Der Rumpf 10-gliedrig.	*Ill. Schmidti.*
		Der Rumpf 9-gliedrig.	*Ill. centrotus.*
B.	Die Hinterecken stumpf.	Dorsalfurchen vorhanden.	*Ill. crassicauda.*
		Dorsalfurchen fehlen.	*Ill. barriensis.*

1. *Illaenus Schmidti* [1]) m. Tab. I. fig. 10. 11. 12.

Diagnose. Kopfschild halbkreisförmig, in den Hinterecken zu kurzen Spitzen verlängert: Augen halbmondför-

1) Ich benenne die Art zu Ehren des Hrn. Mag. Friedrich Schmidt, Assistenten beim botanischen Garten hieselbst, in Anerkennung der zuvorkommenden Güte, mit welcher er mir seine reiche Sammlung zur Verfügung stellte.

mig, um ein Viertel ihres Längendurchmessers von dem Occipitalrande entfernt; Rumpf 10-gliedrig; kürzer als der Kopfschild; die Pleuren schmäler als die Rhachis, knieförmig nach unten gebogen; Schwanzschild mit dreieckiger Achse und glatten Seitenlappen.

Beschreibung. Der Kopfschild halbzirkelförmig, gleichmässig stark gewölbt, in den Hinterecken zu kurzen Spitzen ausgezogen. Das Verhältniss seiner Länge zur Breite wie 4 : 6. Die Dorsalfurchen setzen sich an demselben nur bis zu einem Drittel seiner Länge fort; sie nähern sich anfangs etwas gegen einander, biegen sich aber dann mit ihren vordern Enden leicht nach auswärts. Die Gesichtsnähte entspringen am Occipitalrande, mehr den Dorsalfurchen als den Hinterecken genähert, steigen eine kurze Strecke zu den Augen, umschreiben die Augendeckplatte und gehen von da unter einem stumpfen Winkel zum äussern Rande. Die halbmondförmigen, grossen, aber niedrigen Augen sind nur um ein Viertel ihres Längendurchmessers von dem Occipitalrande entfernt.

Der Rumpf 10-gliedrig; kürzer als der Kopfschild in demselben Verhältniss wie er länger als der Schwanzschild ist. Die Rhachis mässig gewölbt, allmälig nach hinten verschmälert; ihre vordern Ringe breiter als die entsprechenden Pleuren, die hintern dagegen solchen an Breite gleichkommend. Jede einzelne Pleure ist knieförmig gebogen und zwar so, dass die Biegung bei den vordern Pleuren näher der Dorsalfurche, bei den mehr nach hinten gelegenen näher dem Aussenrande sich findet; die äussern Enden der Pleuren sind stumpf.

Der Schwanzschild halbzirkelförmig, kleiner und weniger convex als der Kopfschild; sein Längenverhältniss zu

diesem wie 3 : 4; das Verhältniss seiner Länge zur Breite wie 3 : 5. Die Rhachis spitz-dreieckig, durch die convergirenden Dorsalfurchen deutlich begrenzt; die Seitenlappen glatt.

Länge 1″ 11‴; Breite 1″ 6‴.

Fundort: Ontika im Kirchspiel Jewe am ehstländischen Glint (a. d. Universitätsmuseum).

Anmerkung 1. Diese Art zeigt am meisten Aehnlichkeit mit dem *Ill. Dawisi* Salt., unterscheidet sich jedoch von ihr durch folgende wesentliche Charaktere:

Ill. Dawisi Salt.	*Ill. Schmidti* Nieszk.
Der Kopfschild von der Grösse des Schwanzschildes.	Der Schwanzschild um ein Viertel kürzer als der Kopfschild.
Die Hintereken scharf, aber nicht verlängert.	Die Hinterecken zu kurzen Spitzen ausgezogen.
Die Augen um ihren Durchmesser und sogar mehr von dem Occipitalrande entfernt.	Die Augen nur um ein Viertel ihres Durchmessers von dem Occipitalrande entfernt.
Die Rhachis des Schwanzschildes nicht abgesetzt.	Die Rhachis des Schwanzschildes dreieckig abgesetzt.
Die Totallänge des Körpers verhält sich zu dessen Breite wie 17 : 10.	Die Totallänge zur Breite verhält sich wie 11 : 6.

Anmerkung 2. Der Schwanzschild in der Fig. 11 ist viel zu lang gezeichnet und daher durch den in Fig. 10 dargestellten zu ersetzen.

2. *Illaenus centrotus* Dalm. sp.

1828. *Asaphus (Illaenus) centrotus* Dalm., Palaead. p. 51. Tab. V. fig. 1. a—c.
1839. — — — Emmr., de Trilob. diss. p. 34 n. 18.
1840. *Isoteles centrotus* Milne-Edw., Crust. Vol. III. p. 304. n. 7.
1840. *Illaenus centrotus* Eichw., Sil. Syst. in Ehstland, p. 85.
1843. *Archegonus (Dysplanus) centrotus* Burm., Org. d. Trilob. p. 120. n. 17.

1851. *Dysplanus centrotus* M'Coy, Descr. of the Brit. Pal. foss. Part. II. pl. I. E. fig. 19.

1854. — — Ang., Pal. Scand. Fasc. II. Tab. XXIII. fig. 2.

Diagnose. Kopfschild halbmondförmig; die Hinterecken laufen in lange Spitzen aus; Rumpf 9-gliedrig; Rhachis gewölbt; Pleuren glatt; Schwanzschild halbkreisförmig.

Beschreibung. Der Kopfschild halbmondförmig, convex, mit verlängerten, unbedeutend vom Rumpfe entfernten, bis zur fünften Pleure reichenden Hinterecken. Die Glabella stärker als bei andern Arten der Gattung, ziemlich deutlich abgesetzt. Die Gesichtsnaht entspringt in der Mitte des Occipitalrandes; ehe sie zum Auge gelangt, bildet sie einen Bogen, mit der Convexität nach aussen gerichtet, umsäumt die Augendeckplatte und begibt sich wieder im Bogen zum vordern Aussenrande des Kopfschildes. Die Augen sind weit von einander entfernt, klein, niedrig, halbmondförmig.

Der Rumpf 9-gliedrig (was diese Art von andern unterscheidet); seine Rhachis gewölbt; seine Pleuren stumpf endigend.

Der Schwanzschild gross, halbkreisförmig, mit kurzer, rudimentärer Rhachis und glatten Seitenlappen.

Länge 3″.

Fundort: Malla am ehstländ. Seestrande unweit dem Hafen Kunda (a. d. Universitätsmuseum).

3. *Illaenus crassicauda* Whlbg. sp.

1821. *Entomostracites crassicauda* Whlbrg., Nov. A. Upsal. Vol. VIII. p. 27. n. 2. Tab. II. fig. 5. 6.

1825. *Cryptonymus Rudolphi* Eichw., Observ. Tab. II. fig. 1. a, b.

1825. — *Parkinsonii* Eichw., ibid. Tab. IV. fig. 1. a, b.

1825. — *Wahlenbergi* Eichw., ibid. Tab. IV. fig. 2. a, b.

1828. *Asaphus (Illaenus) crassicauda* Dalm., Palaead. Tab. V. fig. 2. a — f.
1830. — — Pand., Beiträge. Tab. IX et X.
1837. — — Bronn., Leth. geogn. I. 115. C. 3. Tab. IX. fig. 9. a, b.
1839. — — Emmr., de Trilob. dissert. p. 34. n. 17.
1840. — — Eichw., Sil. Syst. in Ehstl. p. 83.
1840. — — L. v. Buch, Beitr. p. 43.
1843. — — Burm., Org. d. Trilob. p. 119. Tab. V. fig. 2.
1854. *Illaenus crassicauda* Ang., Pal. Scand. Fasc. II. p. 41. Tab. XXIV. fig. 2.

Diagnose. Kopfschild halbkreisförmig, sehr stark gewölbt, mit abgerundeten Hinterecken; Augen halbmondförmig, niedrig; Rumpf 10-gliedrig; Schwanzschild halbkreisförmig, mit rudimentärer, unbegrenzter Rhachis.

Beschreibung. Der Kopfschild halbkreisförmig, zweimal so breit wie lang; stark kugelartig gewölbt, glatt; eine eigentliche Glabella ist nicht vorhanden, nur vom hintern Rande setzen sich die Dorsalfurchen des Rumpfes an dem Kopfschild als Vertiefungen fort, erreichen jedoch nie die Mitte der Länge des Kopfschildes. Die Hinterecken sind abgerundet. Die grossen, glatten, niedrigen, halbmondförmigen Augen stehen sehr weit von einander entfernt, gegen den Occipitalrand gerückt. Die Gesichtsnähte entspringen in der Mitte des Occipitalrandes, laufen zu den Augen, umsäumen die Augendeckplatte, krümmen sich unter einem rechten Winkel nach aussen und gehen zum äussern Rande des Kopfschildes.

Der Rumpf 10-gliedrig; seine Rhachis gewölbt, vorn breiter als hinten; die einzelnen Ringe breit, dachziegelförmig nebeneinander liegend. Die Pleuren sind von der Rha-

chis nur durch schwach ausgeprägte Dorsalfurchen geschieden, ebenso breit wie die Ringe, glatt, gegen die Mitte ihrer Länge knieförmig nach hinten und unten gebogen.

Der Schwanzschild gross, halbkreisförmig, mit schwacher Andeutung einer rudimentären Rhachis und glatten Seitenlappen.

Die Länge ist sehr verschieden. Die grössten Exemplare, die ich gesehen habe, waren 4'' lang.

Fundorte: Chudleigh, Jewe, Wesenberg, Reval, Orrenhof, Neuenhof bei Hapsal, Suttlep, Lyckholm, Insel Odinsholm.

Anmerkung. In den höchsten untersilurischen Schichten findet man zahlreiche Kopf- und Schwanzschilder, die durch relativ breitere Entwickelung, durch ihre geringere Wölbung und durch die Biegung der Dorsalfurchen auf dem Kopfschilde sich von *Ill. crassicauda* unterscheiden.

4. *Illaenus barriensis* Murch. sp.

1837. *Bumastus barriensis* Murch., Sil. Syst. p. 656. pl. VII. bis fig. 3. a, b, c. pl. XIV. fig. 7.
1839. *Illaenus barriensis* Emmr., de Trilob. dissert. p. 33.
1840. — — Milne-Edw., Crust. Vol. III. p. 295.
1843. — — Burm., Org. d. Trilob. p. 120.
1846. *Ill. (Bumastis) barriensis* Keys., Reise in d. Petschoraland, p. 289. Tab. II. fig. 17.
1849. *Illaenus barriensis* Salter, Mem. of Geolog. Surv. Dec. II. pl. III.
1852. *Bumastis barriensis* Hall., Palaeont. of New-York. Vol. II. p. 302. pl. LXVI. fig. 1—15.
1854. *Illaenus barriensis* Murch., Siluria, pl. XVII. fig. 9—11.

Diagnose. Kopfschild halbkreisförmig, sehr stark gewölbt, mit stumpfen Hinterecken; keine Glabella; die Augen gross, halbmondförmig, bis zur Hälfte von den grossen Au-

gendeckplatten bedeckt; Rumpf 10-gliedrig, ohne Dorsalfurchen; Schwanzschild halbkreisförmig, ohne Spur einer Rhachis.

Beschreibung. Von dieser Art sind mir nur die Schwanzschilder und ein unvollständiger Kopfschild durch Autopsie bekannt. Der Kopfschild ist halbkreisförmig, etwas breiter als lang, sehr stark gewölbt, mit etwas verdicktem Randsaume und abgerundeten Hinterecken; keine Glabella. Die Augen sind gross, breit, halbmondförmig, bis zur Hälfte von den grossen Augendeckplatten bedeckt. Die Gesichtsnähte wie bei vorhergehender Art.

Der Rumpf (nach Murchison und Salter) 10-gliedrig, gewölbt, ohne eigentliche Dorsalfurche, wodurch die Trilobation fast vollständig verschwindet. Die Pleuren sind zurückgebogen, stumpf.

Der Schwanzschild halbkreisförmig, gewölbt, ohne Spur einer Trilobation. Die Oberfläche der Schale ist von sehr dünnen, scheinbar gefurchten Lamellen bedeckt; sie machen in ihrem Verlaufe wurmartige Undulationen und die Zwischenräume sind mit kleinen Pünktchen besäet.

Fundort: Oberpahlen (?), St. Johannis-Kirche auf Oesel (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk).

8. Gatt. *Bronteus* Gldfs.

Goldius de Koninck.

Der Kopfschild halbmondförmig, mit spitzen, kurzen Hinterecken; der äussere Rand in seinem ganzen Umrisse durch die Randfurche vom übrigen Kopfe scharf getrennt. Die Gesichtsnähte erheben sich vom Occipitalrande in einem Bogen zu kleinen, halbmondförmigen Augen und laufen parallel

der Glabella, getrennt, zum Vorderrande. Die deutlich ausgeprägten Dorsalfurchen begrenzen eine stets nach vorn breitere, mässig gewölbte, nicht bis zum vordern Rande des Kopfschildes reichende Glabella. Ihr Stirntheil ist stark dilatirt; in der Höhe der Augen aber gewahrt man eine bedeutende Einschnürung; ihre Seitenfurchen sind gewöhnlich schwächer als bei andern Gattungen ausgeprägt und scheinen sogar bei einigen Arten gänzlich zu fehlen. Sowol die Wangen- als auch die Randschilder liegen in einer Fläche ausgebreitet und sind sehr wenig convex.

Der Rumpf 10-gliedrig; die vollständig cylindrische, stark gewölbte, durch parallel verlaufende Dorsalfurchen begrenzte Rhachis besteht aus schmalen, scheinbar verwachsenen, glatten Ringen. Die Pleuren sind ebenfalls schmal, glatt, nicht gefurcht, horizontal, mit zugespitzten äussern Enden.

Der Schwanzschild dieser Gattung zeichnet sich durch seinen eigenthümlichen Bau aus; er stellt nämlich eine platte Scheibe dar, welche bald kreisförmig, bald oval, bald parabolisch zu sein pflegt; er trägt eine kleine, rudimentäre, ungegliederte Rhachis, welche durch Fortsetzungen der zuweilen unter einem spitzen Winkel zusammenstossenden Dorsalfurchen gebildet wird. Von dieser Achse laufen radienförmig mehrere ziemlich tiefe Furchen zum äussern Rande des Schwanzschildes, ohne jedoch ihn zu erreichen.

1. *Bronteus signatus* Phill.

1841. *Bronteus signatus* Phill., Fig. and Descrip. of palaeoz. foss. of Cornwal, Devon and West-Sommerset p. 131. pl. LVII. fig. 255.

Der Schwanzschild stellt eine flache, fast zirkelförmige Scheibe dar; seine kurze, stumpf dreieckige Rhachis wölbt

sich verhältnissmässig stark über die Oberfläche; auf ihren beiden Seiten laufen sieben tiefe Furchen auseinander; die Schale glatt. Die andern Theile sind sowol in England, als auch bei uns, bis jetzt nicht gefunden worden.

Fundorte: Ruhde im Martens'schen Kirchspiel der Strandwiek (a. d. Samml. des Hrn. Mag. Schmidt); als Geschiebe auf Moon (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk).

Anmerkung. In der Sammlung des Hrn. Dr. Schrenk finden sich, ausser der oben erwähnten Art, noch Bruchstücke von einem Kopf- und einem Schwanzschilde aus den untersilurischen Schichten von Neuenhof bei Hapsal und Pühalep auf Dagö, die aber, ihrer Unvollständigkeit wegen, nicht bestimmt werden konnten.

9. Gatt. *Cheirurus* Beyr.

Der Kopfschild halbzirkelförmig; seine Hinterecken in mehr oder minder lange Hörner ausgezogen; der wulstige Randsaum von den übrigen Kopftheilen durch eine deutliche, mit ihm concentrisch verlaufende Furche getrennt. Die Nacken- und Occipitalfurchen stellen eine breite und tiefe Rinne dar, welche mit der Randfurche in den Hinterecken zusammenfliesst.

Die Gesichtsnähte entspringen von den äussern Rändern des Kopfschildes in ansehnlicher Entfernung von den Hinterecken, laufen in leichter Biegung zu den Augen und, nachdem sie die Augendeckplatte umsäumt haben, an beiden Seiten der Glabella fort, vor dem ersten Lobus derselben zu einem Bogen zusammenstossend. Die Dorsalfurchen sind breit und tief, laufen von dem Nackenringe ab entweder divergirend, was der häufigste Fall ist, oder einander parallel, oder endlich, was indessen äusserst selten vorkommt, gegen

den vordern Aussenrand des Kopfschildes convergirend, ohne jedoch denselben zu erreichen, sondern in die Randfurche mündend. So erhält die Glabella einen verschiedenen Umriss, und zwar wird sie entweder nach vorn breiter, oder cylindrisch, oder nach vorn verjüngt; im Allgemeinen aber ist sie gross, gewölbt; ihr Stirnlobus reicht bis zum Randsaume, ohne ihn jedoch zu umschreiben; die Oberfläche ist mit feinen, glatten Wärzchen besäet. Die Seitenfurchen, deren die Glabella jederseits drei hat, sind stets scharf ausgeprägt; ihr Verlauf ist verschieden: das vordere und mittlere Paar sind einander parallel, das hintere Paar bezeichnet durch seine retroverse Richtung die Tendenz sich mit der Nackenfurche zu vereinigen. Zuweilen dringen die Seitenfurchen weit in die Glabella ein und bei einigen Arten verbinden sich die Furchen eines und desselben Paares zu einer quer über die Glabella verlaufenden Rinne.

Die Wangenschilder sind gewölbt, durch deutliche, unregelmässig zerstreute Grübchen eigenthümlich gerunzelt, zwischen welchen, wenn sie sehr von einander entfernt sind, vereinzelt stehende Tuberkeln bemerkt werden. Die Randschilder sind klein, dreieckig, ebenfalls mit Grübchen besäet; ihre Neigung entspricht, je nach der Art, der der Rumpfpleuren und zwar ist sie entweder mehr horizontal, oder mehr abwärts gezogen.

Die zwischen den Wangen- und Randschildern stehenden Augen sind rund, klein, wenig erhaben, ihre Hornhaut sehr fein genetzt. Die Lage der Augen bei dieser Gattung ist zweierlei: entweder mehr nach vorn (*Prostophthalmi* Ktrga.), oder mehr gegen den hintern Rand gerückt (*Opistophthalmi* Ktrga.).

Der Rumpf besteht aus 10, 11 bis 12 Segmenten; die

Zahl 11 ist jedoch die häufigste. Die **Rhachis** ist mehr oder minder gewölbt, allmälig und regelmässig nach hinten verschmälert. Die einzelnen Ringe sind durch deutliche Furchen von einander getrennt; ihre Enden angeschwollen, etwas nach vorn gerichtet. Die Dorsalfurchen sind immer deutlich, meist aber von sehr geringer Tiefe.

Die **Pleuren** dieser Gattung besitzen eine specifische Eigenthümlichkeit, welche allen andern Trilobiten durchaus abgeht. Es verläuft nämlich auf beiden Seiten der Rhachis, den Dorsalfurchen in der ganzen Länge des Thorax parallel, eine Furche, welche die Pleuren in zwei Theile theilt, in einen innern und einen äussern Theil. Der innere Theil ist viel kürzer, gerade, durch eine schief verlaufende Furche charakterisirt, an der Verbindungsstelle mit dem äussern verdickt. Der äussere Theil ist an seinem innern Ende ebenfalls angeschwollen, glatt, bei mehrern Arten verschieden gekrümmt und in scharfe Spitzen endend.

Der **Schwanzschild** ist ungefähr zweimal so breit wie lang; die Dorsalfurchen, welche sich auch auf den Schwanzschild fortsetzen, machen die Trilobation vollständig. Das Mittelstück, die **Rhachis**, besteht aus vier deutlich unterschiedenen Ringen, deren drei erste mit Pleuren versehen sind, der letzte aber ein einfaches, nur der Achse angehörendes, centrales Endglied bildet.

Der Charakter der Rumpfpleuren lässt sich auch in den **Schwanzpleuren** erkennen. Der an die Rhachis anstossende Theil ist gefurcht und mit der folgenden Pleure verwachsen; die freien äussern Theile sind glatt, mehr oder minder spitz und fingerförmig auseinanderlaufend. Die Zahl dieser Finger ist verschieden: sechs, wenn die hintersten Pleuren das Endglied zwischen sich nehmen und mit ihm verwachsen;

sieben, wenn das letzte verlängert ist und zwischen den Pleuren frei steht.

1. ***Cheirurus spinulosus*** m. Tab. I. fig. 13.

Diagnose. Kopfschild ....? Rumpf ....? Schwanzschild 3-gliedrig, mit drei Pleurenpaaren, von denen das des ersten Ringes frei ist; die beiden folgenden Paare, zu einer Scheibe verschmolzen, in spitze Zacken, dem Endgliede ähnlich, auslaufend.

Beschreibung. Die Rhachis des Schwanzschildes besteht aus drei Ringen und einem ovalen Endgliede. Die ganze Achse verjüngt sich schnell gegen die Spitze hin; sowohl die Ringe als auch das Endglied besitzen Pleuren, die aber von einander sehr verschieden sind. Das erste Paar, welches dem ersten Ringe angehört, ist das breiteste und längste; jede Pleure ist bei ihrem Ursprunge an der Achse durch einen kurzen blinden Eindruck gefurcht, weiter nach unten glatt und allmälig verschmälert, bis sie endlich in eine Spitze ausläuft. Die Pleuren des zweiten und dritten Endgliedes sind zu einer Scheibe verschmolzen und schicken nur die spitzigen Stacheln aus; sie sind nicht gefurcht, bei ihrem Ursprunge aber setzen sich die zwischen je zwei Ringen gelegenen Furchen als schwache Eindrücke fort, welche bald sich verlieren, wo dann die Pleuren eine gemeinsame Scheibe bilden. Die Stacheln laufen der Rhachis fast parallel, während das erste Paar mehr nach aussen gerichtet ist. Das Endglied besitzt auch eine Art von Pleure, die ebenfalls in einen Stachel sich fortsetzt.

Fundort: Erras im Kirchspiel Luggenhusen Nord-Ehstlands (a. d. Samml. der Hrn. Mag. Schmidt).

Anmerkung. Diese Art ist von allen bis jetzt bekannt ge-

wordenen durchaus verschieden. Auch die entfernte Aehnlichkeit, die sie mit dem böhmischen *Ch. insignis* Beyr. zeigt, verschwindet gänzlich bei der nähern Untersuchung. 1) Bei *Ch. insignis* steht das erste Pleurenpaar anfangs senkrecht zur Achse und macht sodann in seinem weitern Verlauf unter einem stumpfen Winkel eine knieförmige Biegung; bei *Ch. spinulosus* fallen die Pleuren schon von ihrem Urprunge an nach hinten, ohne eine derartige Biegung zu machen. 2) Bei *Ch. insignis* sind alle Pleuren durch Furchen von einander geschieden, während sie bei *Ch. spinulosus* zu einer Scheibe verschmelzen. 3) Bei *Ch. insignis* ist das zweite und dritte Paar der Pleuren vollständig dem ersten Paare ähnlich, während sie bei *Ch. spinulosus* durch spitze Stacheln vertreten sind.

2. *Cheirurus exsul* Beyr.

1846. *Cheirurus exsul* Beyr., Ueber böhm. Trilob. St. II. p. 3. Tab. IV. fig. 6.

1852. — — Ang., Pal. Scand. Fasc. II. Tab. XXI. fig. 2.

Diagnose. Glabella gewölbt, nach vorn breiter, durch drei Seitenfurchen gelappt: die hintere mit der Nackenfurche verbunden; der Nackenring gross, breit; die Hinterecken zu langen, von der Körperachse nach auswärts stehenden Hörnern ausgezogen.

Beschreibung. Sowol in Skandinavien wie auch in unsern Schichten ist nur die Glabella mit den Wangenschildern bekannt. Der Kopfschild scheint in seinem Umrisse halbzirkelförmig gewesen zu sein; seine Hinterecken sind zu langen, cylindrischen, weit von der Achse nach auswärts stehenden Hörnern ausgezogen. Die von zierlichen Tuberkeln besäete Glabella ist nach vorn breiter, durch drei Seitenfurchen gelappt, deren zwei erste einander ähnlich und gleich lang sind; die hintere Seitenfurche wird mittelst einer verticalen Furche mit der tiefen Nackenfurche verbunden. Der Nackenring breit, stark convex. Die Wangenschilder

mässig gewölbt, runzlich. Die Augen stehen mehr dem Occipital- als dem Vorderrande genähert.

Die Länge beträgt 17'''.

Fundort: Reval (a. d. Universitätsmuseum).

Anmerkung. Dieser Art steht ein Bruchstück des Kopfschildes aus dem Brandschiefer von Wannamois am nächsten. Es besteht (Taf. III. Fig. 16) aus den Seitentheilen der Glabella und der Wangenschilder. Die Glabella ist, wie bei *Ch. exsul*, durch drei Seitenfurchen gelappt: die vordere und mittlere sind wie bei der letztgenannten Art, die hintere dagegen ist nicht, wie bei *Ch. exsul*, der mittlern parallel und durch eine verticale Rinne mit der Nackenfurche verbunden, sondern biegt sich gleich von ihrem Ursprunge an rasch nach innen und mündet unmittelbar in die Nackenfurche, wodurch der hintere Lappen nicht eine runde, wie bei *Ch. exsul*, sondern eine mehr ovale Form erhält. Die Wangenschilder sind durch sehr tiefe und breite Dorsalfurchen von der Glabella getrennt; ihre Wölbung übertrifft die der Glabella, was bei *Ch. exsul* nicht der Fall ist; ihre Oberfläche ist mit grossen, spitzen, unregelmässig zerstreuten Warzen besäet.

3. *Cheirurus octolobatus?* M'Coy Tab. III. fig. 15.

1851. *Cheirurus octolobatus* M'Coy, Descrip. of the palaeoz. Foss. p. 164. pl. 1. G. fig. 10.

Diagnose. Schwanzschild zweimal so breit wie lang; die Rhachis 3-gliedrig, das Endglied durch eine tiefe Furche gespalten; die Pleuren an ihren beiden Enden stark verdickt, zwischen je zweien derselben steht ein ovaler Höcker.

Beschreibung. Ein winziger Schwanzschild, kaum 1½''' lang und 3''' breit. Er besteht aus drei Segmenten, die deutlich von einander geschieden sind; in ihrer Mitte zieht sich eine schwache Längsfurche hin, die jedoch gegen die Spitze viel tiefer wird und sogar das Endglied in zwei Theile spaltet. Jedes Segment trägt ein Paar Pleuren, welche an ihren beiden Enden, sowol am innern wie am äussern,

stark keulenförmig verdickt, in der Mitte dagegen verdünnt erscheinen; an der letztern Stelle liegen zwischen je zwei Pleuren länglich ovale, glatte, erhabene Höcker.

Fundort: Wannamois bei Tolcks im Maholm'schen Kirchspiel Nord-Ehstlands (a. d. Samml. der Hrn. Mag. Schmidt und Stud. Czekanowski).

Anmerkung. Ich lege dieser Art nur einstweilen und mit Bedenken jenen Namen bei, ohne für die Identität einstehen zu wollen, indem die M'Coy'sche Abbildung lange nicht alle die Kennzeichen enthält, welche ich an meinem Handstücke wahrnehme; die Rhachis zeigt hier nur zwei Segmente und zwischen den Pleuren fehlen die oben erwähnten ovalen Höcker; auch vermisst man die starke Verdickung beider Pleurenenden.

10. Gatt. *Sphaerexochus* Beyr.

Der Kopfschild halbzirkelförmig, mit breiten, öfter verdickten, jedoch nie zu spitzen Hörnern ausgezogenen Hinterecken; sein Randsaum ist verdickt, nicht so scharf wie bei *Cheirurus* und von dem übrigen Kopfe durch die Randfurche getrennt.

Die Gesichtsnähte beginnen in der Mitte der Hinterecken, gehen gerade zu den Augen und von da in einem sanften Bogen, die Concavität zur Glabella gerichtet, zum vordern Rande, ohne mit einander sich zu verbinden.

Die Dorsalfurchen umschreiben tief und deutlich eine grosse, sehr stark gewölbte, selbst die Kugelform erreichende Glabella. Die drei Seitenfurchen derselben, welche bei *Cheirurus* als ein wesentlich charakteristisches, nie fehlendes Merkmal anzusehen sind, scheinen bei *Sphaerexochus* eine unbedeutende Rolle zu spielen. Es gibt nämlich Arten dieser Gattung, bei denen nicht alle Seitenfurchen in dem-

selben Maasse deutlich ausgeprägt sind: oft vermisst man das vordere, oft dieses und das mittlere Paar Furchen, ja bei einer Art (*Sph. cranium* Ktrga) vermisst man jede Spur von Seitenfurchen. Die vordern und mittlern Seitenfurchen liegen, wenn sie überhaupt vorhanden sind, parallel mit einander; die hintern dagegen zeigen, wie bei *Cheirurus*, eine Neigung mit der Nackenfurche sich zu verbinden und entweder in dieselbe zu münden oder in ihrer Nähe blind zu endigen. Die Oberfläche der Glabella ist entweder mit Granulationen oder grössern Tuberkeln besäet.

Die Wangen- und Randschilder sind, im Verhältniss zu der überaus stark entwickelten Glabella, nur sehr klein und wenig gewölbt; ihre Oberfläche ist ebenfalls granulirt.

Auf der durch die Gesichtsnähte bezeichneten Grenze erheben sich, mehr nach vorn gerückt, die hohen, breitbasigen, kegelförmigen, mit fein facettirter Cornea versehenen Augen.

Der Rumpf besteht aus 10 bis 11 Segmenten. Die Rhachis ist stets gewölbt, halbcylindrisch; die einzelnen Ringe breit; ihre Pleuren zeigen keine Furchen und sind nicht, wie bei *Cheirurus*, in zwei Theile getheilt; ihre äussern Enden sind abgerundet und stumpf.

Der Schwanzschild, welcher durch seine Bildung die nahe Verwandtschaft dieser Gattung mit der vorhergehenden nicht verkennen lässt, ist immer 3-gliedrig. Die Achsensegmente bilden deutlich getrennte Ringe. Die Pleuren des ersten und zweiten Ringes sind gewöhnlich schmäler, denen des Rumpfes ähnlich; das letzte Paar jedoch zeichnet sich durch seine bedeutende Breite aus; ihre Verwachsung unter einander ist grösser als bei *Cheirurus* und ihre äussern Enden sind breiter und stumpfer. Die obere Schale

des Schwanzschildes trägt ähnliche Verzierungen wie die des Kopfschildes.

Uebersicht der Arten.

A. Die hintern Seitenfurchen in die Nackenfurche mündend.	Die Glabella halbkugelförmig; die vordere und mittlere Seitenfurche schwach entwickelt.	*Sph. mirus.*
	Die Glabella oval; alle drei Seitenfurchen deutlich ausgeprägt.	*Sph. deflexus.*
B. Die hintern Seitenfurchen biegen sich nach hinten, ohne die Nackenfurche zu erreichen.	Die Glabella vorn breiter und mehr convex; die hintern Seitenfurchen biegen sich nach hinten unter einem Bogen.	*Sph. conformis.*
	Die Glabella hinten breiter und mehr convex, mit einem Stachel; die hintern Seitenfurchen biegen sich nach hinten unter einem Winkel.	*Sph. cephaloceros.*
C. Die hintern Seitenfurchen sind parallel den vordern und zeigen keine Neigung sich nach hinten zu biegen.		*Sph. minutus.*
D. Nur der Schwanzschild bekannt.		*Sph. hexadactylus.*

1. *Sphaerexochus mirus* Beyr.

1840. *Calymene clavifrons* Hising., Leth. suec. Suppl. II. Tab. XXXVII. fig. 1. (non Dalman).

1845. *Sphaerexochus mirus* Beyr., Ueber böhm. Trilob. p. 21.

1846. — — Barr., Notes prélim. p. 48.

1846. — — Beyr., Ueber böhm. Trilob. St. II. Tab. I. fig. 8.

1846. — *calvus* M'Coy, Synops. of the silur. foss. of Ireland pl. IV. fig. 10.

1847. — *mirus* Corda, Prodr. einer Monogr. böhm. Trilob. Fig. 72.

1853. — — Barr., Syst. silur. d. l. Bohème Vol. I. pl. XLII. fig. 16—23.

1853. — — Salt., Mem. of Geol. Surv. Decade VII. pl. III.

Diagnose. Kopfschild halbkreisförmig; Glabella breit, halbkugelig; die vordern und mittlern Seitenfurchen schwach, die hintern dagegen tief und breit, bogenförmig nach hinten laufend, in die Nackenfurche mündend; Rumpf 11-gliedrig; die Pleuren des Schwanzschildes breit, unter einander verwachsen, nur an den äussern Enden frei.

Beschreibung. Der Kopfschild halbzirkelförmig, von einem dicken, breiten Randsaume umgeben, welcher jedoch vorn, unter der stark gewölbten Glabella verborgen, sich dem Auge entzieht; parallel mit dem Randwulste läuft eine breite Randfurche, welche in den stumpfen Hinterecken mit der Occipitalfurche zusammenfliesst. Die Glabella breit, halbkugelig, fein granulirt (Salter), beiderseits durch drei Seitenfurchen gezeichnet, von denen die vordere und mittlere weniger tief und nur schmal sind, die hintere dagegen breit und tief ist; diese steigt anfangs der Nackenfurche parallel an der Glabella hinauf, biegt sich jedoch weiter bogenförmig nach hinten und mündet in die Nackenfurche ein. Durch diesen Verlauf, gestalten sich die hintern Lobi als ovale, rings umfurchte Abschnitte, welche über die Oberfläche der Glabella sich erheben. Der Nackenring gewölbt.

Rumpf und Schwanzschild sind mir nicht durch Autopsie bekannt geworden; der Vollständigkeit wegen jedoch will ich deren Hauptcharaktere in Kürze hier angeben, welche der Leser bei Barrande und Salter ausführlich geschildert findet.

Der Rumpf 11-gliedrig (10-gliedrig? nach Barrande); die Rhachis fast cylindrisch, convex; die Pleuren breit, glatt, in ihrer Mitte gebogen.

Der Schwanzschild mit 3-gliedriger Rhachis; die Pleuren sind in ihrem grössten Theile innig untereinander verwach-

sen, so dass ihre Enden in sehr breite, stumpfe Zacken nur wenig vorspringen. Das dicke Endglied der Rhachis ist zwischen das dritte Paar der Pleuren gelegt, ohne von denselben vollständig umfasst zu sein.

Fundort. Pühalep-Pastorat auf Dagö (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk).

2. *Sphaerexochus deflexus?* Ang. Tab. III. fig. 10. 11.

1854. *Sphaerexochus deflexus* Ang., Palaeont. Scand. Fasc. II. Tab. XXXVIII. fig. 19, 19. a.

Diagnose. Glabella oval, nach vorn verschmälert; die drei Seitenfurchen deutlich ausgeprägt: die hintere mündet in die Nackenfurche.

Beschreibung. Der Kopfschild halbkreisförmig. Die Glabella stark gewölbt, oval, nach vorn schmäler, jederseits durch drei kurze Seitenfurchen gelappt: die letzte biegt sich nach hinten und mündet in die Nackenfurche, wodurch der hintere Lobus von der Glabella abgeschnitten wird. Die Wangenschilder, welche Angelin nicht bekannt waren, sind stark abwärts gebogen und tragen etwa in ihrer Mitte einen Augenhöcker; ihre Oberfläche ist, wie auch die der Glabella, granulirt.

Fundorte: Borkholm, Ampel (a. d. Samml. des Hrn. Mag. Schmidt).

3. *Sphaerexochus conformis* Ang. Tab. III. fig. 8. 9.

1854. *Sphaerexochus conformis* Ang., Pal. Scand. Fasc. II. Tab. XXXIX. fig. 2.

Diagnose. Kopfschild halbzirkelförmig, mit breit abrundeten Hinterecken; Glabella halboval, vorn etwas breiter

als hinten, durch drei Seitenfurchen gelappt, von denen die hintere tief gegen die Nackenfurche gekrümmt ist, jedoch nicht in dieselbe einmündet.

Beschreibung. Angelin kannte von dieser Art nur die Glabella. Die Handstücke, welche ich besitze, sind viel vollständiger und zwar habe ich an einem derselben einen wohl erhaltenen Kopfschild. Er ist halbzirkelförmig, mit breit und stumpf abgerundeten Hinterecken; der ihn umgebende Randsaum ist scharf; die diesem parallel verlaufende Randfurche breit, aber von geringer Tiefe. Die ovale, nach vorn breitere, stark gewölbte Glabella ist jederseits durch drei Seitenfurchen gelappt, von welchen die vordere und mittlere, ähnlich wie bei andern *Sphaerexochus*-Arten, nur schwach ausgebildet sind; die hintere dagegen ist breit und tief, läuft von ihrem Ursprunge an bogenförmig gegen den Nackenring hin, ohne jedoch die Nackenfurche zu erreichen, und schliesst mit einem blinden Eindruck ab. Die Oberfläche der Glabella ist mit kleinen, perlenförmigen, glatten Höckerchen besäet. Die Nackenfurche ist breit und tief; der Nackenring hoch, aber ziemlich schmal. Die Wangen- und Randschilder sind stumpf dreieckig, convex, im Verhältniss zur Glabella unbedeutend gewölbt. Die Gesichtsnaht beginnt gerade in der Mitte der Hinterecken, läuft in fast gerader Linie, die Wangen- von den Randschildern abgrenzend, über das Auge und durchschneidet, neben dem Stirnlobus der Glabella, den Randsaum des Kopfschildes. Die Augen stehen in der Mitte der Wangen und waren, so viel sich aus den abgebrochenen Stücken schliessen lässt, wahrscheinlich auf den erhabenen Höckern gelegen (wie bei *Sph. cranium* und *Sph. hemicranium* Ktrga).

Fundorte: Im Fliesenkalk bei Türssel, zwischen

den Poststationen Jewe und Waiwara (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk); auch in der Gegend von Narwa, in demselben Kalkstein gelegen, von dem Hrn. Stud. Dybowski gefunden.

4. ***Sphaerexochus cephaloceros*** m. Tab. I. fig. 5. 6.

Diagnose. Glabella oval, nach vorn verschmälert, im hintern Theile stark aufgetrieben, mit einem nach hinten gerichteten Stachel versehen; jederseits durch drei Seitenfurchen gelappt, deren hinteres Paar die Nackenfurche erreicht.

Beschreibung. Die überhaupt stark convexe Glabella zeichnet sich insbesondere durch die ungewöhnliche Wölbung ihres hintern Theils aus; sie steigt vom Nackenringe aus aufwärts, erreicht hier ihre grösste Höhe und senkt sich dann allmälig nach vorn. Auf der bezeichneten höchsten Prominenz sieht man einen verhältnissmässig langen und starken, spitzen, nach hinten gerichteten Stachel, welcher auch da, wo er abgebrochen wurde, durch die zurückbleibende Bruchfläche sich erkennen lässt. Die Form der Glabella ist eine ovale; jederseits sieht man drei Seitenfurchen, von welchen die vordere und mittlere nach innen und etwas nach hinten gerichtet sind und einander parallel verlaufen; die hintere dagegen unter einem sehr spitzen Winkel (nicht wie bei andern Arten dieser Gattung, unter einem Bogen) rasch sich nach hinten gegen die Nackenfurche biegt, ohne jedoch dieselbe zu erreichen. Der Nackenring ist wenig gewölbt, ziemlich breit. Die Wangenschilder sind zerstört, jedoch, so viel sich entnehmen lässt, von verhältnissmässig unbedeutender Wölbung; bei einem Exemplare sieht man eine zwar von der Glabella isolirte, doch im ideellen Umrisse des

Kopfschildes liegende und ohne Zweifel ihm angehörende, zu einem spitzen Stachel ausgezogene Hinterecke. Es wäre somit die erste *Sphaerexochus*-Art mit verlängerten Hinterecken, welche bei keiner der bis jetzt bekannten Arten dieser Gattung gefunden worden sind. Die Oberfläche ist zierlich granulirt.

Fundort: Im Brandschiefer von Wannamois (a. d. Samml. der Hrn. Mag. Schmidt und Stud. Czekanowski).

5. ***Sphaerexochus minutus*** m. Tab. I. fig. 7. 8.

Diagnose. Kopfschild halbkreisförmig; Glabella oval, gleichmässig stark gewölbt, jederseits mit drei sehr schwachen Seitenfurchen, deren vordere fast verschwunden (obsolet), die mittlern und hintern einander parallel, vertical hinaufsteigend; die hintern ohne Spur einer retroversen Tendenz.

Beschreibung. Der Kopfschild halbkreisförmig, von einem breiten verdickten Randsaume umgeben, mit (wahrscheinlich) stumpfen Hinterecken. Die hochgewölbte, ovale Glabella zeigt die grösste Regelmässigkeit in ihrer Convexität und ihrer Breite. Die jederseits sichtbaren drei Seitenfurchen sind von denen der andern *Sphaerexochus*-Arten wesentlich verschieden, und zwar ist das vordere Paar fast vollständig verschwunden, kaum mittelst einer scharfen Loupe bemerkbar; das mittlere und hintere Paar verlaufen einander parallel, fast vertical; auch zeigen die hintern Furchen nicht die geringste Neigung sich mit der Nackenfurche zu vereinigen, was bei andern Arten dieser Gattung fast durchgängig ein wesentlicher Charakter ist. Eine sehr tiefe Dorsalfurche trennt die Glabella von den hohen, diese wie mit einem Wall umgebenden Wangenschildern. Der Na-

ckenring ist ziemlich flach. Die Oberfläche ist mit kleinen, runden Tuberkeln besäet.

Die Länge beträgt 2½'''.

Fundort: Wannamois (a. d. Samml. der Hrn. Mag. Schmidt und Stud. Czekanowski).

6. *Sphaerexochus hexadactylus* m. Tab. I. fig. 14.

Ein zierlicher Schwanzschild; seine Rhachis besteht aus zwei vollständigen Ringen (der dritte, oberste Ring ist wahrscheinlich abgebrochen) und einem convexen, nach hinten verschmälerten, sogar in eine stumpfe Spitze auslaufenden Endgliede. Die Seitenlappen bestehen aus drei Pleurenpaaren, von welchen die zwei obern den Ringen angehören, das letzte dem Endgliede zuzukommen scheint. Das erste Paar ist schmäler als das zweite, der Länge nach durch tiefe, gerade in der Mitte verlaufende Furchen durchzogen; das zweite ist breiter, ebenfalls, doch bedeutend schwächer gefurcht; das dritte Pleurenpaar endlich übertrifft die beiden vorigen an Breite. Die Pleuren sind unter einander nur mit ihren innern Enden verbunden; die äussern dagegen sind frei und laufen fingerförmig in stumpfe Zacken aus. Die ganze Oberfläche ist granulirt.

Die Länge beträgt 5'''.

Fundort: Als Geschiebe bei dem Pühalep-Pastorat auf Dagö (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk).

II. Gatt. *Encrinurus* Emmr.

Der Kopfschild halbkreisförmig oder parabolisch, in den Hinterecken zu langen Hörnern fortgesetzt *(E. punctatus)*, oder

stumpf abgerundet *(E. variolaris)*. Der Randsaum ist dick aufgeworfen, von den übrigen Kopftheilen durch eine tiefe Randfurche getrennt.

Die Gesichtsnähte entspringen etwas oberhalb der Hinterecken und laufen gerade zu den Augen, biegen sich von da gegen die Glabella und fallen, in einiger Entfernung von einander, plötzlich unter einem fast rechten Winkel zum Randsaume herab, welchen sie mit einander convergirend schneiden; an der Biegungsstelle aber werden sie durch eine kurze Schnauzennaht mit einander verbunden (s. Taf. III. Fig. 6. 7).

Die tiefen und breiten Dorsalfurchen umschreiben, von dem Nackenringe nach vorn hin divergirend, die stark gewölbte, kolbenförmige Glabella. Diese ist in den meisten Fällen einfach, ungelappt und zeigt nur bei einer Art *(E. sexcostatus)* jederseits drei schwache, zwischen den Tuberkeln wahrnehmbare Seitenfurchen.

Die erhabenen Wangenschilder sind, ebenso wie die Glabella und die durch die Gesichtsnähte von ihnen getrennten, sanft abwärts geneigten Randschilder, mit grossen, glatten Tuberkeln dicht besetzt. Fast in der Mitte der Wange erheben sich hohe, kolbenförmige, auf kurzen Stielen sitzende, mit glatter Hornhaut (nach Kutorga) versehene Augen.

Der Rumpf ist 11-gliedrig; die Rhachis gewölbt, allmälig nach hinten verschmälert ; ihre einzelnen Ringe sind deutlich von einander getrennt, ihre Pleuren durchaus nicht gefurcht, glatt, mit scharfen äussern Enden.

Der Schwanzschild dreieckig; seine Rhachis konisch, vielgliedrig, die einzelnen Segmente innig mit einander verschmolzen; sie erscheinen entweder als vollständige Ringe *(E. multisegmentatus)*, oder nur als Einkerbungen an beiden

Seiten der Achse *(E. variolaris)*, oder endlich man sieht in deren Mitte eine glatte, etwas erhabene Leiste verlaufen, auf welcher perlenartige Tuberkeln sitzen *(E. punctatus)*. Die Pleuren nicht gefurcht, nach hinten stark gebogen, an den äussern Enden verdickt; ihre Zahl ist lange nicht der der Ringe entsprechend: das letzte Paar ist gewöhnlich verschmolzen, nimmt das Endglied der Rhachis zwischen sich und bildet eine mehr oder minder scharfe Spitze.

1. *Encrinurus punctatus* Brünn sp. Tab. III. fig. 6. 7.

1759. *Entomolithus paradoxus* L., Act. reg. Acad. sc. Holm. VIII. p. 22. Tab. I. fig. 2.
1781. *Trilobites punctatus* Brünnich, Kjöbenh. Sellsk. Skriwter, nye Samml. I. p. 394.
1821. *Entomostracites punctatus* Whlbrg., Nov. A. Upsal. Vol. VIII. p. 32. Tab. II. fig. 1.
1822. *Calymene variolaris* Brongn., Crust. foss. Tb. I. fig. 3. A(nonB).
1826. *Calymene punctata* Dalm., Palaead. p. 47. Tab. II. fig. a. b.
1839. — — Murch., Sil. Syst. pl. XXIII. fig. 8.
1839. *Phacops variolaris* Emmr., de Trilob. dissert. p. 20.
1845. *Encrinurus punctatus* Emmr., im neuen Jahrb. d. Min. p. 42.
1846. — *Stokesi* M'Coy, Syn. Sil. foss. Irel. Tab. IV. fig. 15.
1847. — *punctatus* Corda, Prodrom. böhm. Tril. p. 91. fig. 55 (mala).
1848. — — Ktrga., Verhandl. d. Min. Gesellsch. Tab. VIII. fig. 4. a—g.
1853. — — Salter, Mem. of Geolog. Surv. Dec. VII. pl. IV. fig. 14—16.

Diagnose. Kopfschild parabolisch, in den Hinterecken zu langen spitzen Hörnern ausgezogen; der Randsaum breit, dick; die Randfurche tief; die Glabella kolbenförmig, einfach, nicht gelappt, mit grossen runden Höckern bedeckt; die Augen

gross, kolbenförmig, auf kurzen Stielen sitzend; der Nackenring schmal; der Rumpf 11-gliedrig; die Rhachis schmäler als die Pleuren; der Schwanzschild spitzdreieckig, vielgliedrig, in der Mitte seiner Rhachis eine glatte Leiste tragend, auf welcher 6 bis 7 perlrunde Tuberkeln sich erheben; die Seitenlappen von acht Pleuren gebildet.

Beschreibung. Der Kopfschild fast zweimal so breit wie lang, gewölbt, von einem breiten, dicken, vor der Glabella schmäler werdenden, zwei Reihen abwechselnd grosser Höcker tragenden Randsaume umgeben. Die mit ihm concentrisch verlaufende breite Randfurche vereinigt sich nicht mit der schmalen Occipitalfurche. Die breiten, tiefen, scharf gezeichneten Dorsalfurchen begrenzen eine grosse, kolbenförmige, nach vorn stark dilatirte, sehr gewölbte, ungelappte Glabella [1]), welche mit ihrer Stirn den Randsaum bedeckt und auf ihrer Oberfläche grosse, runde, glatte Höcker trägt. Die Gesichtsnähte entspringen am äussern Rande des Kopfschildes, dicht oberhalb der Hinterecken, laufen in einer schiefen Richtung zu den Augen, steigen über dieselben fast in deren Mitte hinweg, wo sie die aufrecht stehende Augendeckplatte umschreiben, wenden sich von da nach vorn, über die Glabella selbst hinlaufend, auf deren Stirn nur wenig von einander entfernt, sodann plötzlich unter einem fast rechten Winkel nach unten sich biegend und, einander parallel, in verticaler Richtung zu dem Randsaume gelangend, den sie mit einander convergirend schneiden; an der Stelle der Winkelbiegung werden sie durch eine kurze Schnauzennaht mit einander verbunden. Sowol die Wangen- als auch die Randschilder sind dreieckig, stark gewölbt und ebenfalls mit

1) Die von Salter (a. a. O.) angegebene Lobirung existirt durchaus nicht.

Tuberkeln versehen. Durch den oben beschriebenen Verlauf der Gesichtsnähte, kommen die Hinterecken als integrirende Theile den Wangenschildern zu; sie sind zu langen, spitzen, dünnen Hörnern ausgezogen, welche von der Körperachse etwas auswärts laufen. Fast in der Mitte der Wangen erheben sich grosse, kolbenförmige, auf kurzen Stielen sitzende, mit glatter Hornhaut versehene Augen; ihre Höhe übertrifft die der Glabella. Der Nacken- und Occipitalring gleichen dem ersten Rumpfringe und den solchem entsprechenden Pleuren. Der Körper des Hypostoma ist eiförmig, glatt, gewölbt, mit seinem spitzern Ende unter dem Randwulste an den Kopfschild angesetzt. Bis zu einem Drittel seiner Länge dringt von jeder Seite eine Furche ein, welche vertical verläuft und blind endigt; am hintern verdickten Ende sieht man einen kleinen, stumpfen Fortsatz. Die vorn von dessen Körper auslaufenden Flügel sind kurz und spitzdreieckig.

Der Rumpf ist 11-gliedrig; die mässig gewölbte, durch deutliche Dorsalfurchen begrenzte Rhachis ist schmäler als die Pleuren; ihre einzelnen Ringe sind in der Mitte etwas breiter als an beiden äussern Enden, der siebente und neunte Ring (der siebente und zehnte nach Salter und Barrande) lassen auf ihrer Wölbung ein kleines, erhabenes Knötchen wahrnehmen. Die Pleuren sind glatt [1]), mit scharfen äussern Enden.

Der Schwanzschild ist dreieckig, spitz auslaufend; seine Rhachis besteht aus schmalen, verschmolzenen Ringen, deren Zahl sich auf 25 bis 28 beläuft; der erste Ring ist der brei-

---

1) Die von Barrande (Syst. Sil. I. p. 823) untersuchten gothländischen und englischen Exemplare, die auf den Pleuren erhabene Tuberkeln zeigen, gehören wahrscheinlich dem *E. variolaris* Brongn. (vgl. Salter a. a. O. p. 7).

teste. In der Mitte der Rhachis verläuft eine ein Drittel der Breite einnehmende, glatte, etwas über die Oberfläche gewölbte Leiste, längs welcher sechs deutliche, perlrunde Höckerchen sich erheben; ihre Entfernung von einander ist nicht gleich und zwar stehen sie am dichtesten gegen die Spitze des Schwanzschildes hin. Jedem Höckerchen entspricht ein Ring; die Zahl der Ringe aber, die zwischen je zwei Höckerchen zu liegen kommen, ist sehr verschieden und nimmt gewöhnlich gegen die Spitze zu. So zähle ich zwischen dem ersten und zweiten Höcker 2, zwischen dem zweiten und dritten auch 2, zwischen dem dritten und vierten aber 4, zwischen dem vierten und fünften 4 bis 5, zwischen dem fünften und sechsten 5 bis 6 Ringe. Die Zahl der Pleuren entspricht lange nicht der der Ringe; sie sind etwas nach hinten gebogen, stark abwärts gekrümmt; die ersten sind die breitesten, die folgenden successiv schmäler und die letzten zu einer Spitze unter einander verwachsen. Auf der höchsten Wölbung der Pleuren zeigen sich schwache Anschwellungen, die aber nie zu deutlich begrenzten Knötchen, wie sie Angelin und m. A. abbilden, ausgebildet sind. Auf der Schale der Pleuren sieht man, mittelst einer scharfen Loupe, feine, runde, erhabene Pünktchen zerstreut.

Die Länge beträgt 1″ 3‴.

Fundorte: Im grauen Dolomit bei der St. Johannis-Kirche auf Oesel, bei Koggowa und Orrisaar auf Moon, und als Geschiebe an den umliegenden Küsten und Inseln verbreitet (a. d. Samml. der Hrn. Dr. Schrenk, Harder und Wirion).

Anmerkung. Schon seit Linné's Zeiten sind die isolirten Schwanzschilder dieser Art den Paläontologen bekannt; die nähere Kenntniss jedoch ist erst durch die neuern Forschungen gefördert

worden. Vor wenigen Jahren (1848) wurden die vollständigern Exemplare von der Insel Oesel von Hrn. Kutorga (a. a. O.) untersucht, ausführlich beschrieben und gut abgebildet; kurz darauf wurde die Art auch in Schweden und England genauer bekannt. Trotz der sorgfältigen Untersuchung jedoch, welcher Hr. Kutorga das ihm zugängliche Material unterworfen hat, ist seine ausführliche Beschreibung nicht vollständig, ja in einzelnen Momenten, der Unvollständigkeit der Handstücke wegen, unrichtig ausgefallen. Er hat fünf Exemplare von der Insel Oesel beobachtet, die alle abgerundete, verdickte Hinterecken sehen liessen; ich meinerseits habe deren mindestens 50 von demselben Fundort in Händen gehabt und hatte die Ansicht des Hrn. Kutorga durchaus getheilt. Auch liess mich die Ueberzeugung von dieser Beschaffenheit der Hinterecken über die Identität unseres *E. punctatus* mit dem in Schweden und England vorkommenden lange in Zweifel sein, da sowol Salter, wie auch Angelin dessen Hinterecken als zu langen Hörnern ausgezogen beschreiben und abbilden. Um endlich zur Gewissheit in meinem Urtheil zu gelangen, entschloss ich mich, aus einem Kalksteinstück, an welchem nur der vordere Rand des Kopfschildes sichtbar war, vorsichtig das ganze Thier herauszufördern, und ein glänzender Erfolg krönte meine mühevolle Arbeit, indem es mir gelang ein vollständiges, grosses, auffallend schön erhaltenes Exemplar in gestreckter Lage zu bekommen, welches den obwaltenden Zweifel vollkommen löste: ich fand die Hinterecken, wie es oben beschrieben wurde, in lange Stacheln auslaufend.

Die Exemplare, welche sowol Hrn. Kutorga als auch mich zu der Annahme stumpfer Hinterecken verleitet hatten, waren fast alle als Geschiebe und fast ausschliesslich zusammengekugelt gefunden worden; die ursprünglich lang hervorragenden Hörner waren abgebrochen und durch die Rollbewegung so glatt abgerieben worden, dass sie bei der sorgfältigsten Beobachtung nicht die geringste Spur einer Bruchfläche an den gerundeten Hintereken wahrnehmen liessen. Ausser der Bildung der Hinterecken, lehrte mich mein Handstück auch noch den Verlauf der Gesichtsnähte genauer kennen; sie fliessen nämlich auf der Stirn der Glabella nicht, wie Hr. Kutorga behauptet, zu einem Bogen zusammen, um dann als eine gemeinschaftliche Längsnaht über den vordern Rand zu gehen, sondern sie bleiben getrennt und nur durch eine Schnauzennaht mit einander verbunden. Endlich habe ich die Cornea des Auges nicht facettirt, sondern glatt gefunden.

2. *Encrinurus multisegmentatus* Portl. sp.

1843. *Amphion multisegmentatus* Portl., Geol. Report of Londonderry pl. III. fig. 6.
1843. *Ampyx baccatus* Portl., ibid. fig. 11.
1845. *Encrinurus multisegmentatus* Emmr., in Leonh. u. Bronn's neuem Jahrb. d. Min. p. 43.
1853. — — Salt., Mem. of Geolog. Surv. Dec. VII. p. 7.

Diagnose. Kopfschild mit verlängerten Hinterecken; Glabella kolbenförmig, an der Basis verschmälert, mit Höckern besetzt; Rumpf ....? Schwanzschild lang, dreieckig, mit konischer, 32 bis 33 Ringe enthaltener Rhachis; letztere trägt in der Mitte weder glatte Leisten noch Höcker. Die Zahl der Pleuren 9 (nach Salter 12).

Beschreibung. Es sind bis jetzt nur unvollständige Kopfschilder bekannt; ihre Glabella ist gewölbt, kolbenförmig, vorn zweimal so breit wie an der Basis; ihre Oberfläche ist mit grossen, erhabenen, ziemlich spitzen Höckern besäet; die durch tiefe Dorsalfurchen von ihr getrennten Wangenschilder sind gleichfalls mit dergleichen Höckern versehen. Die Hinterecken sind zu langen Spitzen ausgezogen.

Der Schwanzschild von dreieckiger Gestalt, mit nach hinten verjüngter, gegliederter Rhachis; die einzelnen Ringe, deren Zahl 32 bis 33 beträgt, sind fest mit einander verschmolzen. Die Rhachis zeichnet sich durch den Mangel einer bei andern *Encrinurus*-Arten in der Mitte befindlichen glatten Leiste aus, auf welcher oft Tuberkeln vorkommen, welche hier fehlen. Nur bei sehr guten Exemplaren lassen sich in der Mitte einiger Ringe leichte, nur mittelst der Loupe unterscheidbare Anschwellungen wahrnehmen, die als eine Anlage zur eigentlichen Höckerbildung anzusehen sind. Die Zahl der Pleuren beläuft sich auf 9, selten auf 10 Paare,

deren Richtung, wie bei andern *Encrinurus*-Arten, je mehr nach hinten, desto mehr der Rhachis parallel wird, das letzte Paar zu einer Spitze verschmelzend. Die Oberfläche sowol der Rhachis als der Seitenlappen ist glatt.

Fundorte: Wesenberg (a. d. Samml. der Hrn. Mag. Schmidt und Stud. Czekanowski); Neuenhof bei Hapsal, Hohenholm an der NW-Küste der Insel Dagö, Pallokülla-Krug auf Dagö (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk.)

3. *Encrinurus sexcostatus* Salt.

1848. *Cybele sexcostata* Salt., Mem. of Geol. Surv. Vol. II. pl. VIII. fig. 10 (non 9).
1851. *Zethus sexcostatus* M'Coy, Synops. of palaeoz. Foss. in Woods Mus. Fasc. I. p. 156.
1852. *Encrinurus sexcostatus* Salt., ibid. Appendix A. Vol. IV. pl. I. g. fig. 6—7.
1853. — — Salt., Mem. of Geol. Surv. Dec. VII. pl. IV. fig. 1—11.

Diagnose.[1] „E. latus; glabella antice subsphaerica et ad marginem frontalem fascia lata crassa circumcincta; genis scrobiculatis, angulis spinosis; cauda trigona, obtusa, axi annulis crebris, per medium (nonnullis anticis exceptis) obliteratis; pleuris 6, rarius 7, subplanis.“

Beschreibung. In einem Steinkerne des Kopfschildes glaube ich den englischen *E. sexcostatus* zu erkennen. Die stark gewölbte, mit zierlichen Tuberkeln bedeckte, kolbenförmige, gegen den Nackenring verengte Glabella ist deutlich durch die drei Seitenfurchen charakterisirt, welche den andern *Encrinurus*-Arten ohne Ausnahme abgehen. Die

1) Der Mangel an guten Exemplaren veranlasst mich die Salter'sche Diagnose unverändert anzuführen.

Wangenschilder, so viel man an dem schlecht erhaltenen Handstücke beobachten kann, sind ebenfalls mit Höckern besäet.

Fundort: Als Geschiebe bei Pühalep auf Dagö (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk).

12. Gatt. *Zethus* Pand.

Cybele Lovén. *Cryptonymus* Ang. ex part.

Der Kopfschild halbmondförmig, mit breiten, abgerundeten Hinterecken. Der Verlauf der Dorsalfurchen auf dem Kopfschilde ist für diese Gattung charakteristisch: sie laufen nämlich an beiden Seiten der Glabella bis zur vordern Seitenfurche einander parallel, wo jede derselben in zwei Aeste sich theilt, deren kleinerer nach innen biegt und auf der Stirn der Glabella mit dem entsprechenden der andern Seite sich verbindet, wodurch die Stirn von dem schmalen Stirnsaume getrennt wird; während der zweite Ast etwas nach aussen sich begibt und in die breite, tiefe, bis zur Hinterecke laufende Randfurche mündet, welche an dieser Stelle mit der Occipitalfurche in Verbindung tritt. Die von dem hohen Nackenringe durch eine bedeutende Nackenfurche getrennte Glabella ist, je nach der Art, verschieden und zwar entweder nach vorn breiter, kolbenförmig *(Z. bellatulus)*, oder nach vorn verjüngt *(Z. verrucosus)*; sie wird durch drei Seitenfurchen gelappt, die bald schwächer, bald deutlicher entwickelt sind. Die Gesichtsnähte steigen vom Aussenrande des Kopfschildes, etwas oberhalb der Verbindung der Rand- mit der Occipitalfurche, nach vorn zu den Augenhöckern und von da zum vordern Rande, wo sie, wenig von

einander entfernt, über den Stirnsaum laufen; bevor sie jedoch denselben überschreiten, werden sie durch eine kurze Schnauzennaht mit einander verbunden. Die Augen sitzen auf schmalen, hohen Kegeln, welche zwischen den Wangen- und Randschildern, nahe dem oben erwähnten Vereinigungspunkte der Dorsal- und Randfurchen, sich erheben. Die Oberfläche der Wangen- und Randschilder, wie auch die der Glabella, ist mit beträchtlich grossen, glatten Tuberkeln besetzt.

Der Rumpf bietet manche Eigenthümlichkeiten, welche dieser Gattung allein zukommen; seine 12-gliedrige, durch deutliche Dorsalfurchen begrenzte Rhachis bleibt bis zum fünften Ringe fast von gleicher Breite, verschmälert sich aber von da bis zum Schwanzschilde auffallend rasch. Auch die Pleuren der obern fünf Ringe unterscheiden sich wesentlich von den folgenden: sie sind kurz, mit ihren äussern Enden nach vorn gekrümmt, während die folgenden sieben Pleuren eine ganz andere Beschaffenheit haben; diese sind anfangs horizontal, biegen sich aber, da wo die Pleurenfalten enden, unter einem fast rechten Winkel nach hinten und laufen in sehr lange, gegen die Spitze an Breite abnehmende Fortsätze aus.

Der dreieckige Schwanzschild hat eine konische, von zahlreichen (16 bis 18) unter einander verschmolzenen, meist nur als Einkerbungen sichtbaren Ringen bestehende Rhachis; nur die 4 bis 5 vordersten Glieder derselben sind mit Pleuren versehen, welche die Form der letzten 7 Rumpleuren besitzen, unter einander verwachsen sind und die weiterhin pleurenlose Rhachis zwischen sich einschliessen.

1. Zethus bellatulus Dalm. sp.

1828. *Calymene bellatula* Dalm., Palaead. p. 36. Tab. I. fig. 4.
1837. — — His., Leth. suec. Tab. I. fig. 5. a, b.
1840. *Cryptonymus punctatus*, *variolaris*, *Woerthi* Eichw., Sil. Syst. in Ehstl. p. 71.
1848. *Zethus bellatulus* Volb., Verhandl. der mineral. Ges. zu St. Petersb. p. 10. Tab. I. fig. 1—4.

Diagnose. Kopfschild halbmondförmig, von einem breiten, verdickten Randsaume umgeben; Glabella kolbenförmig, nach vorn zweimal so breit wie an der Basis, undeutlich gelappt; Wangenschilder erhaben; Hinterecken stumpf; Augen auf hohen Höckern stehend; Rumpf 12-gliedrig; die ersten 5 Pleuren nach vorn gekrümmt, die sechste läuft in eine sehr lange Spitze aus, die folgenden Pleuren nach hinten gerichtet; Schwanzschild 16-gliedrig, nur vier seiner Ringe tragen Pleuren.

Beschreibung. Der Kopfschild ist halbmondförmig, zweimal so breit wie lang, mit kurzen, stumpfen Hinterecken und einem breiten, dicken, mit grossen Warzen versehenen Randwulste. Die tiefe, breite Randfurche fliesst mit den die Glabella umgrenzenden Dorsalfurchen zusammen. Die Glabella ist durch drei schwache Seitenfurchen gelappt, von der Basis bis zur vordern Furche fast cylindrisch, dann kolbenförmig sich ausbreitend; ihre Oberfläche ist mit groben Warzen besäet. Die Wangenschilder sind durch tiefe und breite Dorsalfurchen von der Glabella getrennt, stark gewölbt; die Randschilder sind sanft abwärts gebogen. Die Gesichtsnähte entspringen vom Aussenrande des Kopfschildes, in der Nähe der Hinterecken, laufen über die auf den hohen Höckern stehenden Augen und von da convergirend vor die Glabella über den Randsaum hin. Der Nackenring ist stark gewölbt.

Der Rumpf bietet viel Eigenthümliches dar: seine Rhachis ist 12-gliedrig, bis zum sechsten Ringe fast cylindrisch, von da rasch an Breite abnehmend. Die Beschaffenheit der Pleuren unterscheidet diese Gattung vor allen andern, und zwar biegen sich die Pleuren der 5 ersten Segmente mit ihren äussern Enden nach vorn: die sechste Pleure ist beinahe zweimal so dick wie jede der vorigen, krümmt sich sanft nach hinten und läuft, an ihrem äussern Ende fast unter einem rechten Winkel gebogen, parallel der Achse als langer Stachel hin; die folgenden Pleuren nehmen eine dem entsprechende Richtung.

Der Schwanzschild besteht aus 16 Gliedern, welche durch seitliche Einkerbungen angedeutet sind; nur die 4 ersten geben Pleuren ab, welche, parallel der Achse verlaufend, die übrigen, pleurenlosen Ringe zwischen sich einschliessen. Die Pleuren des letzten Paares sind mit einander verwachsen.

Die Länge beträgt 1½″.

Fundorte: Wesenberg? (a. d. Universitätsmuseum); Wannamois (a. d. Samml. des Hrn. Mag. Schmidt).

2. *Zethus rex* m. Tab. I. fig. 3.

Diagnose. Kopfschild halbmondförmig; Glabella breiter nach vorn, jederseits mit drei tiefen, blinden Eindrücken; der Randsaum vor dem Stirnlobus läuft in fünf kurze Spitzen aus; die Wangenschilder convex, runzlich; der Nackenring gross und stark.

Beschreibung. Von dieser interessanten und bis jetzt unbekannten Art hatte ich mindestens 20 Kopfschilder zur Untersuchung; leider war keiner derselben unversehrt; alle

zusammen beobachtet und verglichen, lassen jedoch folgende specifische Charakteristik hervorheben:

Der Kopfschild ist halbmondförmig; bei allen meinen Exemplaren, die in sehr hartem Kalkstein eingewachsen sind, ist es mir nicht möglich gewesen die Hinterecken herauszufördern; so viel sich jedoch aus der Biegung der Rand- und Occipitalfurche schliessen lässt, müssen sie kurz gewesen sein und von der Körperachse etwas auswärts laufend. Die Glabella besitzt ihren eigenthümlichen Charakter: sie ist nach vorn viel breiter als an der Basis, in ihrer Mittellinie stark convex, an ihren Abdachungen beiderseits drei länglich ovale, tief eingeschnittene Eindrücke tragend, die nicht mit den Dorsalfurchen in Verbindung stehen. Auf dem Rücken der Glabella bemerkt man 4 Paar in zwei Reihen gestellter, gegen einander nach hinten convergirender, erhabener, glatter Höcker. Der Randsaum bildet, an der Stelle wo er die Stirn der Glabella umgibt, nicht den gewöhnlichen, schneidigen oder verdickten Rand, sondern ist von fünf kurzen, in gleicher Entfernung von einander stehenden Stacheln besetzt, wodurch die Glabella ein gekröntes Ansehen erhält (daher der Name *Rex*). An den Wangen- und Randschildern ist der Randsaum breit und dick, seine Oberfläche mit verhältnissmässig grossen, runden, ungefähr in zwei unregelmässigen Reihen stehenden Tuberkeln besäet. Der Verlauf der Gesichtsnähte wie bei andern *Zethus*-Arten; an beiden Enden derselben erheben sich ebenfalls kleine Höckerchen. Die Wangenschilder geben in ihrer Wölbung der Glabella nicht nach: sie erscheinen an den Steinkernen wenig, auf der erhaltenen Schale dagegen deutlich gerunzelt; auf ihrer grössten Convexität nach vorn und innen erheben sich dünne, aber ungemein hohe Stiele, den die kolbenförmigen Augen

aufsitzen. Die Nacken- und Occipitalfurche sind tief und breit. Der breite Nackenring trägt eine Reihe (meist vier) kleiner Höckerchen.

Fundorte: Wesenberg, Wannamois (a. d. Samml. der Hrn. Mag. Schmidt und Czekanowski); Odinsholm (a. d. Samml. des Hrn. Dr. Schrenk und d. Universitätsmuseum).

3. *Zethus atractopyge* M'Coy.

1851. *Zethus atractopyge* M'Coy, Descrip. of the Brit. palaeoz. Foss. p. 15. Tab. I. G. fig. IV.

Diagnose. Schwanzschild stumpf-dreieckig; die Rhachis ungefähr aus 16 Segmenten bestehend, von welchen nur die 4 ersten vollständige Ringe bilden und die Pleuren abgeben, die folgenden in der Mitte der Achse obliterirt sind; auf den Ringen selbst sieht man paarweise stehende Tuberkeln.

Beschreibung. Der Schwanzschild ist von ungefähr dreieckigem Umriss; seine nur allmälig gegen das Ende an Breite abnehmende Rhachis besteht aus 16 Segmenten, von welchen die 4 ersten zu vollständigen Ringen entwickelt, die folgenden dagegen so innig mit einander verwachsen sind, dass sie nur durch seitliche Einkerbungen, welche jedoch nicht über die ganze Breite laufen, angedeutet werden. Ausserdem sieht man auf den Ringen erhabene, je zwei in einer Reihe stehende Tuberkeln; an meinem Exemplar ist die Zahl derselben 15, wo sie 7 Paare bilden, der funfzehnte in der Mittellinie auf dem Endgliede stehend. Wie schon erwähnt, geben nur die 4 ersten, zu vollständigen Ringen ausgebildeten Segmente die Pleuren ab; die letztern tragen auf ihrer Oberfläche schwach ausgeprägte Höckerchen und nehmen den für die Gattung *Zethus* charakteristischen Verlauf: sie bie-

gen sich nämlich rasch nach hinten, legen sich dicht an die Rhachis und sind mit ihren äussern Enden unter einander verwachsen.

Fundort: Wesenberg (a. d. Samml. des Hrn. Stud. Czekanowski).

Anmerkung. Das von M'Coy unter Fig. I. abgebildete Bruchstück vom Kopfschilde und einigen Segmenten des Rumpfes muss dieselbe Art darstellen. Die Glabella ist, so viel aus der undeutlichen Zeichnung sich erkennen lässt, kolbenförmig, gelappt und mit Höckerchen besäet.

4. *Zethus brevicauda* Ang. sp.

1854. *Cybele brevicauda* Ang., Pal. Scand. Fasc. II. Tab. XLI. fig. 14.

Diagnose. Schwanzschild 15-gliedrig (?); nur die vordern Segmente zu vollständigen Ringen ausgebildet; auf der Rhachis zwei Reihen von Höckern; die jedereits nach hinten laufenden Pleuren glatt.

Beschreibung. Sowohl in Skandinavien, wie auch in den silurischen Schichten Ehstlands, sind bis jetzt nur die Schwanzschilder bekannt geworden; diejenigen, welche ich zur Untersuchung hatte, stimmen vollkommen mit den von Angelin gelieferten Abbildungen überein.

Die Achse ist gegliedert; nur die ersten 4 Segmente sind von einander getrennt und, wie bei allen *Zethus*-Arten, mit langen, nach hinten gekrümmten, dicht an die Rhachis sich anschliessenden Pleuren versehen. Die folgenden, sehr schmalen, mit einander verschmolzenen Ringe bilden ein stumpf-konisches Endglied der Rhachis und sind pleurenlos. Auf der Rhachis selbst bemerkt man zwei Reihen schwach ausgebildeter Höckerchen. Die bei der vorhergehenden Art

vorhandene Höckerbildung auf den Pleuren lässt sich hier nicht wahrnehmen.

Fundorte: Neuenhof bei Hapsal, Wannamois (a. d. Samml. der Hrn. Mag. Schmidt und Stud. Czekanowski).

13. Gatt. *Amphion* Pand.

Pliomera Ang.

Der Kopfschild halbmondförmig, kurz und unverhältnissmässig breit; die Hinterecken breit abgerundet; der breite Randsaum ist von den andern Kopftheilen durch eine tiefe Randfurche getrennt, welche in den Hinterecken mit der Occipitalfurche zusammenfliesst.

Die Gesichtsnähte beginnen am äussern Rande des Kopfschildes, steigen oberhalb der Hinterecken zu den Augen und von da, in einem sanften Bogen, zum Vorderrande des Kopfes.

Die durch den Verlauf der Dorsalfurchen begrenzte Glabella ist cylindrisch oder nach vorn breiter, flach gewölbt, jederseits mit zwei Seitenfurchen versehen; ihr Stirnlobus von vorn ebenfalls durch drei Furchen eingeschnitten.

Die Wangenschilder sind flach, zweimal so breit wie die kleinen Randschilder.

Die kleinen, wenig erhabenen, fein facettirten Augen stehen sehr weit von der Glabella entfernt und sehr gegen die Hinterecken gerückt.

Der Rumpf ist vielgliedrig (15 bis 18 Segmente); seine Rhachis durch schmale, aber sehr tiefe Dorsalfurchen begrenzt, allmälig sehr an Breite abnehmend; die einzelnen Ringe sind schmal, glatt; die Pleuren sind glatt, mit den äussern breitern Enden nach vorn gelegen.

Der **Schwanzschild** ist kurz, viel schwächer als der Kopfschild; seine **Pleuren** sind glatt, nicht gefurcht, das letzte Paar verwachsen, in der Achse des Körpers stehend.

1. *Amphion Fischeri* Eichw.

1825. *Asaphus Fischeri* Eichw., Observ. p. 52. Tab. III. fig. 2.
1826. *Calymene polytoma* Dalm., Palaead. p. 37. Tab. I. fig. 1. a—c.
1830. *Amphion frontilobus* Pand., Beitr. p. 139. Tab. IV. fig. 1, Tab. IV. B. fig. 5—7.
1840. — *Fischeri* Eichw., Sil. Syst. in Ehstland, p. 70.
1840. *Calymene polytoma* L. v. Buch, Beitr. p. 45.
1840. — — Milne-Edw., Crust. Vol. III. p. 521.
1843. — — Burm., Org. d. Trilob. p. 96.
1845. — *Fischeri* Murch. Vern. Keys., Russia Vol. II. p. 379. pl. XXVII. fig. 11. a, b. Vol. I. p. 56.
1854. *Pliomera Fischeri* Ang., Pal. Scand. p. 30. Tab. XX. fig. 2.

Diagnose. Kopfschild halbmondförmig, dreimal so breit wie lang, mit runden Hinterecken; Glabella nach vorn etwas breiter, jederseits durch zwei Seitenfurchen gelappt; der Stirnlobus mit drei von vorn eindringenden Einschnitten; der vor ihm liegende Randsaum gezähnelt; die Augen liegen am äussern hintern Ende des Kopfschildes; der Rumpf 18-gliedrig; das Pygidium 5-gliedrig, mit Pleuren versehen.

Beschreibung. Der **Kopfschild** halbmondförmig, dreimal so breit wie lang, flach gewölbt, mit abgerundeten Hinterecken. Die nach vorn dilatirte **Glabella** ist jederseits durch zwei Seitenfurchen gelappt: der hintere Lobus zeichnet sich durch drei von vorn eindringende Furchen aus, die ihn in drei kleine Lappen zerfällen. Der **Stirnsaum** ist von unten durch acht Einschnitte gezähnelt. Die kleinen, höckerförmigen **Augen** erheben sich stark nach hinten und

aussen von der Glabella. Die **Gesichtsnähte** beginnen vom äussern Rande des Kopfschildes, laufen nach innen zu den Augen und von da nach vorn zum äussern vordern Rande.

Der **Rumpf** besteht aus 18 Segmenten; seine **Rhachis** ist mässig gewölbt, nach hinten successiv verschmälert. Die **Dorsalfurchen** sind schmal, aber tief; die **Pleuren** zweimal so breit wie die Rhachis, glatt; bei der Zusammenkugelung machen sie eine starke S-förmige Biegung.

Der **Schwanzschild** ist abgerundet; die Rhachis reicht nicht bis ans Ende hin. Die Pleuren verschmelzen unter einander und sind nach hinten gerichtet, so dass die zwei letzten in der Richtung der Achse laufen.

Die **Länge** beträgt 2″.

Fundorte: Paggar, Lyckholm (a. d. Universitätsmuseum); Wesenberg? (a. d. Samml. des Hrn. Stud. Czekanowski).

2. *Amphion actinurus* Dalm. sp.

1824. *Calymene actinura* Dalm., in Vet. Acad. Handl. 1824. p. 370. Vol. IV. fig. A. B. C. et ibid. 1826.
1837. — — His., Leth. suec. Tab. I. fig. 7.
1854. *Pliomera actinura* Ang., Pal. Scand. Fasc. II. Tb. XXII. fig. 2.

Diagnose. Schwanzschild 5-gliedrig, jederseits fünf Pleuren tragend; das letzte Paar verwachsen.

Beschreibung. Diese in Skandinavien schon lange bekannte Art ist bei uns bis jetzt nur durch einen **Schwanzschild** repräsentirt; seine **Rhachis** besteht aus fünf deutlich von einander getrennten Ringen und einem stumpfen Endgliede; jedes Segment trägt ein Paar glatter, nach hinten gerichteter **Pleuren**, von welchen das letzte Paar breiter ist als die

andern und, das Endglied umfassend, mit einander verwachsen ist.

Fundort: Reval (a. d. Universitätsmuseum).

C. Die Pleuren unbekannt.

14. Gatt. *Platymetopus* Ang.

Diese von Angelin aufgestellte neue Gattung findet sich bis jetzt durch zwei angeblich verschiedene Arten repräsentirt: *Pl. planifrons* und *Pl. lineatus* [1]). Was die erstere Art anbetrifft, so gehört sie gewiss nicht hierher; es sind zwei Hypostomen und ein unansehnliches Bruchstück eines Schwanzschildes, die einer *Lichas* gehört zu haben scheinen. Die zweite Art, *Pl. lineatus*, wird von einem Kopf- und einem Schwanzschilde repräsentirt: der erstere lässt die neue Art der Gattung erkennen, während der letztere kaum demselben Thiere angehören möchte. Herr Angelin rechnet die Gattung zur Familie der *Lichidae* und charakterisirt sie mit folgenden Worten: „Fronte subintegerrima vel apice tantum linea utrinque 1 abbreviata impressa." Die Arten sind ebensowenig ausführlich beschrieben.

Durch die Güte des Hrn. Mag. Schmidt besitze ich einen Kopf- und einen Schwanzschild eines Trilobiten, von welchen der erstere dem *Pl. lineatus* etwas ähnelt und augenscheinlich dieser Gattung angehört. Da ich indessen, wegen

1) Angelin, Palaeont. Scand. Fasc. II. p. 68. Tab. XXXVIII. fig. 3. 12.

der Unvollständigkeit meiner Handstücke, keine die Gattung charakterisirende Momente hervorzuheben im Stande bin, so will ich mich auf die möglichst ausführliche Beschreibung der Art beschränken.

Ich bemerke noch, dass ein von Hrn. Barrande [1]) unter dem Namen *Lichas heteroclyta* beschriebener und abgebildeter Schwanzschild wol einer Art der Gattung *Platymetopus* angehören möchte.

Platymetopus illaenoides m. Tab. III. fig. 3, 4, 5.

Der Kopfschild parabolisch, sehr stark gewölbt, aufgetrieben, mit (wahrscheinlich) abgerundeten Hinterecken. Der Occipitalring breit, aber schwach, durch eine schmale, feine Occipitalfurche von den vordern Theilen des Kopfes getrennt; keine sichtbaren Dorsalfurchen und demzufolge keine Glabella. Die Gesichtsnähte nahmen, wie aus der Stellung einer dicken, halbmondförmigen Augendeckplatte nach Analogie zu vermuthen ist, wahrscheinlich ihren Ursprung oberhalb der Hinterecken am Aussenrande des Kopfschildes, stiegen in einem kurzen Bogen zu den Augen und von da wieder nach aussen zum äussern Rande des Kopfes, wodurch die Randschilder nur sehr klein sein konnten. Dicht an der Augendeckplatte bemerkt man an meinem Handstück einen kreisrunden, mässig gewölbten Tuberkel, dessen Bestimmung schwer zu erkennen ist. Von diesem Tuberkel, ungefähr eine Linie nach innen gegen die Achse des Körpers hin, sieht man eine halbmondförmig verlaufende, mit ihrer Concavität nach aussen gekehrte Furche, deren beide Enden frei

---

1) Syst. Sil. Vol. I. p. 608. pl. XXVIII. fig. 33 et 34.

endigen, ohne den Aussenrand des Kopfes nach vorn, oder die Occipitalfurche nach hinten zu erreichen.

Der dazu gehörende Schwanzschild ist ebenfalls von parabolischer Form und etwas kleiner als der Kopfschild, auch etwas weniger gewölbt. Die Rhachis ist durch die schwachen, obsolet gewordenen Dorsalfurchen kaum angedeutet; diese letztern erscheinen am Steinkerne ganz deutlich ausgeprägt. Die Seitenlappen sind gewölbt, glatt auf der äussern Schale, auf dem Steinkern jedoch jederseits mit vier parallelen, nach aussen und hinten laufenden Furchen versehen. Die Oberfläche ist glatt.

Fundorte: Wesenberg (a. d. Samml. des Hrn. Mag. Schmidt); als Geschiebe bei Pühalep auf Dagö (a. d. Samml des Hrn. Dr. Schrenk).

Anhang.

Zum Schluss stelle ich hier alle die mir durch Autopsie unbekannten Arten zusammen, welche von Hrn. Eichwald in verschiedenen seiner Schriften als unserem Gebiet angehörig unter mancherlei Namen beschrieben oder beiläufig erwähnt worden sind.

1. *Asaphus devexus* Eichw., Sil. Syst. in Ehstl.. p. 79. Angeblich eine neue Art. Odinsholm.
2. *Asaphus dilatatus* Dalm., ibid. p. 78. Odinsholm.
3. *Asaphus laciniatus* Dalm., ibid. p. 78. Vielleicht *Lichas laciniata* Dalm. Odinsholm.
4. *Asaphus tyranno* Murch. aff., ibid. p. 80. Die beschriebenen Schwanzschilder gehören nicht dem *As. tyrannus* Murch. an. Odinsholm.

5. *Asaphus Vulcani* Murch. aff., ibid. Bruchstücke von einem Schwanzschilde, die, wie der Verfasser selbst gesteht, nicht zu bestimmen sind. Odinsholm.

6. *Cheirurus aculeatus* Eichw., „die Grauwackeschichten in Liv- und Ehstland", in Bull. de Moscou, 1854. I. p. 9. Ein blosser Name, ohne alle Charakteristik.

7. *Homalonotus Herschelii* Murch. aff., Sil. Syst. in Ehstl. p. 87. Der Verf. zweifelt selbst daran, dass es ein *Homalonotus* sei. Reval.

8. *Illaenus cornutus* Pand., Sil. Syst. in Ehstl. p. 84. = *Ill. crassicauda ?* Reval.

9. *Illaenus Rosenbergii* Eichw., Sil. Syst. in Ehstl. p. 84. = *Cryptonymus Rosenbergii* Eichw., Observ. p. 48. Tab. III. fig. 3. a—b. Der Rumpf soll aus 9 Segmenten bestehen. Fundort? Phillips (Mem. of the Geol. Surv. of Great-Britain, Vol. II. p. 338. pl. V. fig. 6—7—8.) will in einem aus den Llandeilo-Flags herstammenden *Illaenus* die Eichwald'sche Art wiedergefunden haben; das von ihm abgebildete Stück enthält aber im Rumpf 10 deutliche Segmente.

10. *Illaenus peroralis* Murch., Sil. Syst. in Ehstl. p. 85. = *Ill. crassicauda ?* Reval.

11. *Metopias aries* Eichw., Urw. Russl. p. 65. Tab. III. fig. 19. Ein problematischer Körper, doch jedenfalls kein *Metopias (Lichas)*. Odinsholm.

12. *Metopias Hübneri* Eichw., Urw. Russl. p. 62. Tab. III. fig. 22—23. Eine *Lichas*-Art.

13. *Phacops (Calymene) clavifrons* Dalm., ibid. p. 66. Vielleicht eine *Cheirurus*-Art. Odinsholm.

14. *Phacops (Cal.) speciosus* Dalm., ibid. p. 67. Auch vielleicht ein *Cheirurus*. Odinsholm.

15. *Trinucleus Spaskii* Eichw., Sil. Syst. in Ehstl. Aus der gegebenen Beschreibung lässt sich nicht einmal entnehmen, welcher Gattung das Thier angehören könnte; mit Sicherheit lässt sich nur sagen, dass es kein *Trinucleus* ist. Reval.

16. *Zethus verrucosus* Pand., ibid. p. 70. In der gegebenen Beschreibung ist die Panders'sche Art kaum zu erkennen.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig.

Phacops dubius.

1. Kopfschild.
2. Schwanzschild.

Zethus rex.

3. Kopfschild, vergrössert.

Sphaerexochus cephaloceros.

4. Glabella, vergrössert.
5. Dieselbe von der Seite.

Cyphaspis megalops.

6. Glabella mit den Wangenschildern und dem Vorderrande.

Sphaerexochus minutus.

7. Kopfschild von oben, vergrössert.
8. Derselbe von der Seite.

Lichas platyura.

9. Schwanzschild.

Illaenus Schmidti.

10. Schwanzschild.
11. Das ganze Thier von oben.
12. Dasselbe, halbgekugelt, von der Seite.

Cheirurus spinulosus.

13. Schwanzschild.

Sphaerexochus hexadactylus.

14. Schwanzschild, vergrössert.

Fig.

Lichas margaritifer.

15. Glabella von oben.

Lichas Eichwaldi.

16. Glabella mit den Wangenschildern.
17. Schwanzschild.

Lichas dalecarlica.

18. Glabella mit den Wangenschildern.
19. Dieselbe von der Seite.

Lichas laticeps.

20. Kopfschild.

21. Skizze von ***Lichas palmata.***

S = Stirnlobus.
vv = Vordere Lobi.
mm = Mittlere Lobi.
hh = hintere Lobi.
1 = Vordere Seitenfurche.
2 = Mittlere Seitenfurche.
3 = Hintere Seitenfurche.
DF = Dorsalfurche.
DnD = Nackenfurche.
N = Nackenring.
a = Augendeckplatte.
GF = Gesichtsnaht.
DFG = Wangenschilder.
GFH = Randschilder.
H = Hinterecken.

Tafel II.

Asaphus latisegmentatus.

Fig. 1. Fast vollständiges Thier.
,, 2. Ein Rumpfsegment.
,, 3. Skizze des Kopfschildes.

Tafel III.

Fig.

Proëtus ramisulcatus.

1. Kopfschild.
2. Schwanzschild.

Platymetopus illaenoides.

3. Unvollständiger Kopfschild von oben.
4. Unvollständiger Schwanzschild.
5. Derselbe Kopfschild von der Seite.

Encrinurus punctatus.

6. Vollständiges Thier von oben.
7. Dasselbe von vorn.

Sphaerexochus conformis.

8. Kopfschild von oben.
9. Derselbe von der Seite.

Fig.

Sphaerexochus deflexus?

10. Unvollständiger Kopfschild von oben.
11. Derselbe von der Seite.

Proëtus pulcher.

12. Glabella mit ideellem Umrisse des Kopfschildes.
13. Schwanzschild.

Proëtus brevifrons?

14. Isolirte Glabella.

Cheirurus octolobatus?

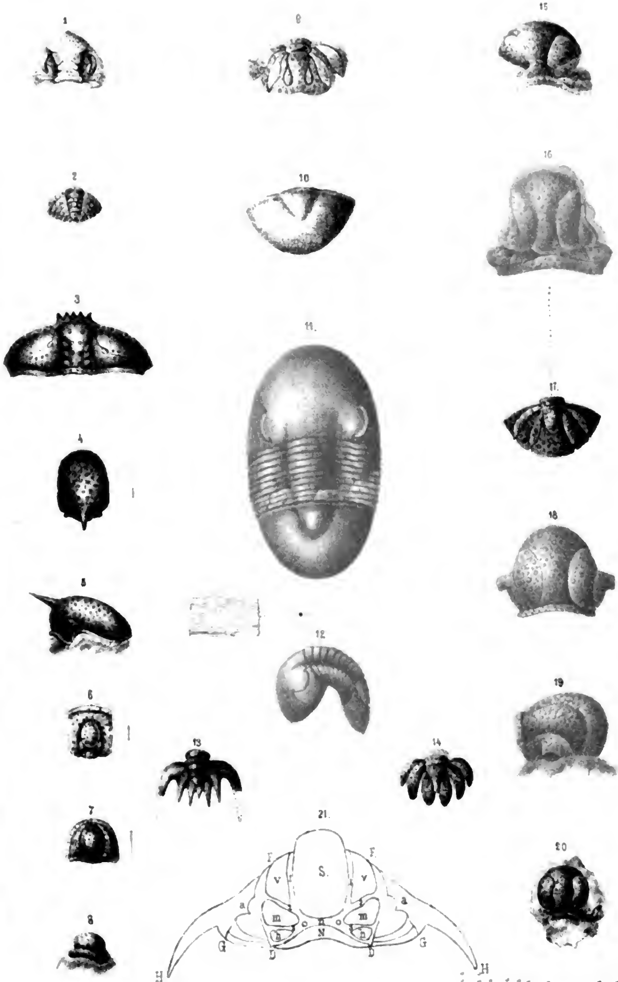
15. Schwanzschild, vergrössert.

Cheirurus sp. ?

16. Seitentheil der Glabella mit der Wange.

Lichas sp. ?

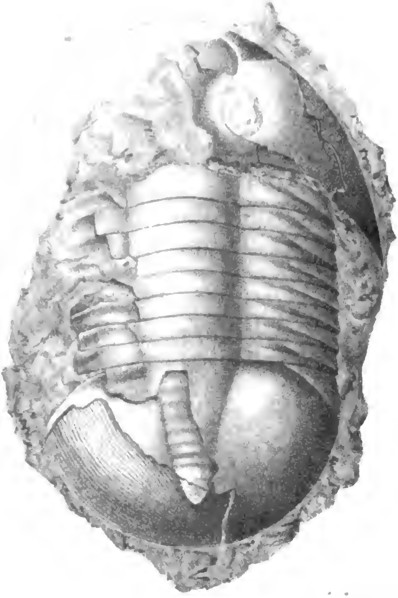
17. Unvollständiger Schwanzschild.



Lith. Anst. v. L. Höflinger in Dorpat.

Ed. Schmidt u. Baron Gez.

1



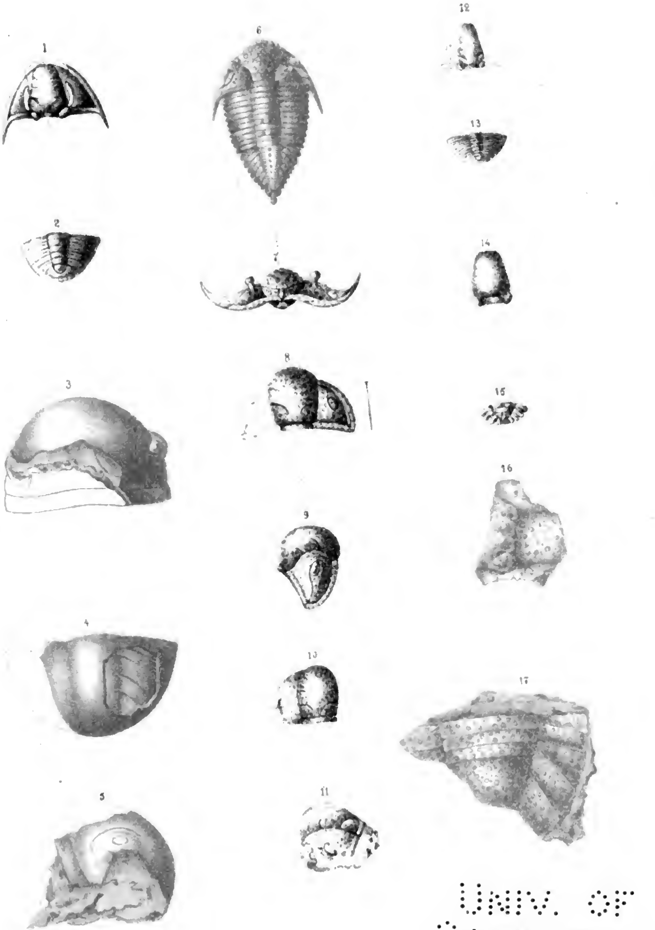
2

3



Lith Anst. v. [illegible] in Dorpat

Ed. Johannsen n. Natur Gez.



Lith Anst. v L. Höflinger in Dorpat.

Ed. Johannson n. Natur

Inhalt.